

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Návrh postupového nástroje pro střešní díl z plechu

Design of Progressiv Die for Sheet Metal Roof Part

Student: Martin Střecha

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jiří Hrubý, Csc.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Střecha**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Návrh postupového lisovacího nástroje pro střešní díl z plechu**
Design of Progressiv Die for Sheet Metal Roof Part

Zásady pro vypracování:

1. Rozbor technologie postupového lisování plechových dílů.
2. Konstrukčně technologický návrh výroby postupového nástroje.
3. Analýza a odzkoušení navrženého lisovacího nástroje.
4. Technicko ekonomické zhodnocení navržené konstrukce.

Seznam doporučené odborné literatury:

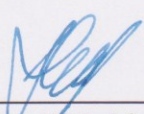
BAREŠ aj. *Lisování*. Praha: SNTL, 1971, 544 s.
Qform. *Uživatelská příručka*. Moskva: Quantor Ltd., 2000.
KOTOUČ, J. *Nástroje pro tváření za studena*. Praha: CVUT, 1978, 158 s.
HRUBÝ, J. – PETRUŽELKA, J. *Výpočetní metody ve tváření*. 1.vyd. Ostrava, VŠB – Technická univerzita 2002. 173 s.
MIELNIK, E.M. *Metalworking Science and Engineering*. New York: McGraw-Hill, 1991

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.**

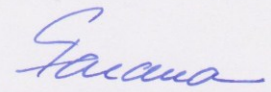
Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012



prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry



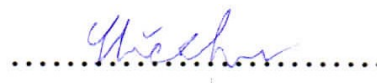


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Šumperku dne 21. 5. 2012



podpis

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Šumperku dne 21. 5. 2012

..........

podpis

Střecha Martin

Lukavice 24

789 01 Zábřeh

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

STŘECHA, M. *Návrh postupového lisovacího nástroje pro střešní díl z plechu: bakalářská práce.* Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 52 s. Vedoucí práce: prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.,

Bakalářská práce vypracovaná v rámci bakalářského studia oboru Strojírenská technologie popisuje návrh postupového lisovacího nástroje pro střešní díly z plechu vozu Škoda Octavia III. sedan. Nástroj bude vyroben a odzkoušen ve firmě KARSIT HOLDING, s. r. o. Práce popisuje konstrukční návrh nástroje. Popisuje dále technologický postup výroby postupového lisovacího nástroje a následným odzkoušením. Poslední část práce se zabývá technicko – ekonomickým zhodnocením nákladů na výrobu nástroje a jednotlivého výlisku. Navržený nástroj bude pracovat ve firmě Klein & Blažek spol. s r.o. Štíty.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

STŘECHA, M. *Design of Progressive Die for sheet metal roof part: Bachelor Thesis.* Ostrava : VŠB –Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 52 p. Thesis head: prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.,

Bachelor thesis written within bachelor study of engineering technology describes design of Progressive Die for sheet metal roof part. Progressive die will be manufactured and tested in company KARSIT HOLDING, Ltd. Thesis describes technological process of production Progressive Die too and followed tests. The last part of this bachelor thesis deals with technical – economic evaluation costs of manufacture progressive die and one of product. Designed tool will be working in company Klein & Blažek Ltd. Štíty.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ.....	8
1 ÚVOD.....	9
2 Historie KARSIT HOLDING, s.r.o.	10
2.1 Nástrojárna v Postřelmově.....	11
3 Oceli.....	12
4 Lisování	13
4.1 Proces postupového lisování plechu	16
4.2 Tvářecí stroje	17
5 POSTUPOVÝ LISOVACÍ NÁSTROJ.....	18
5.1 Konstrukce postupového nástroje.....	20
5.2 Střížníky.....	22
5.3 Střížnice	22
5.4 Ohybník	22
5.5 Ohybnice.....	23
5.6 Přidržovač	23
5.7 Základová deska	23
5.8 Vodící lišty.....	23
5.9 Odlepovače a dorazy.....	24
5.10 Vodící elementy	24
5.11 Transportní a upínací elementy.....	26
6 Určení násobnosti nástroje.....	27
6.1 Spodní díl nástroje	27
6.2 Horní díl nástroje	32
7 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY NÁSTROJE	35
8 ODZKOUŠENÍ POSTUPOVÉHO NÁSTROJE.....	41
8.1 Dílenská kontrola.....	41
8.2 Funkční zkouška	42
9 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	45
9.1 Ekonomické zhodnocení.....	45
9.2 Technické zhodnocení	47
10 ZÁVĚR.....	49

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
SEZNAM PŘÍLOH.....	51
PODĚKOVÁNÍ.....	52

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

ČSN – České technické normy

EN – Evropské normy

N_m – Náklady na materiál

N_P – Náklady za práci

t – celkový čas strávený na výrobě nástroje

N_z – hodinová sazba za práci

N_k – Náklady za kooperaci

N_c – Skutečné náklady za nástroj

C_{mv} – Náklady na materiál vylisku

m_v – Hmotnost hotového vylisku

C_m – Cena polotovaru

C_o – Náklady na obsluhu postupového nástroje

C_E – Náklady na energie

P_L - Příkon lisu

C_{kWh} – Cena za kWh

C_{L8} – Náklady na provoz lisu na 1 směnu

C_{L1} – Náklady na provoz lisu na hodinu

M_O -Hodinová mzda operátora

M_S -Hodinová mzda seřizovače

C_V – Cena vylisku z režijních nákladů

n_v – Počet vylisků za hodinu

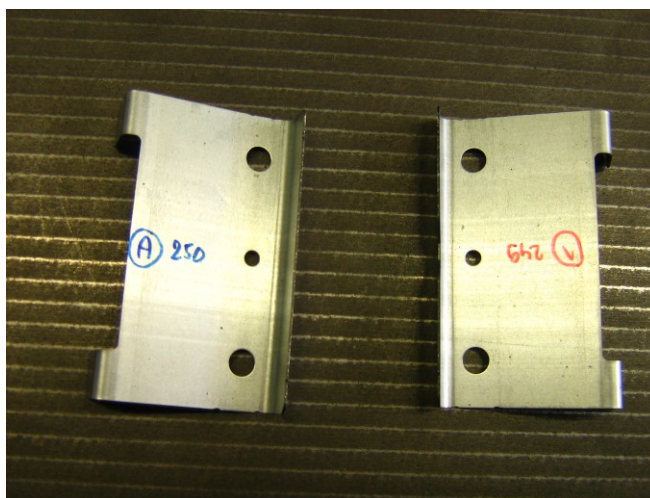
1 ÚVOD

Postupové lisování využíváme nejen v automobilovém průmyslu a různých strojírenských odvětvích. Je to velmi efektivní způsob výroby plechových dílů. Jedná se o velkosériovou výrobu. Snaha docílit co nejnižší ceny výrobku je v rozporu však s potřebnými financemi na výrobu těchto postupových nástrojů. Výrobky jsou však vysokých kvalit a složitých tvarů pro velké série, aby se výroba a provoz tohoto nástroje vrátily u výtěžku. [1]

Nástroj obsahuje spoustu složitých prvků, které umožní při poruše rychlou montáž a opravitelnost. Mezi tyto prvky patří například stavitelnost lišt, snadné vyjímání pružin na spodku nástroje, vlastní upínání nástroje aj. [1]

Výrobou nejen postupových nástrojů se zabývá nástrojárna KARSIT HOLDING s.r.o. Výroba tohoto nástroje se nemůže obejít bez profesionality personálu nástrojárny KARSIT s.r.o. v Postřelmově. Kolektiv musí být sehraný a všechny operace musí navazovat s požadovanou přesností a s časovými intervaly, ať už se jedná o technology, konstruktéry, obráběče a v neposlední řadě výstupní kontrole.

Závod v Postřelmově dostal zadání od firmy Klein & Blažek spol. s r.o. Štíty na výrobu postupového nástroje pro střešní díly automobilu Škoda Octavia III – sedan. Práce obsahuje technologický postup výroby nástroje, konstrukční řešení, odzkoušení nástroje a technicko – ekonomické zhodnocení. Postup výroby je složen převážně z třískového obrábění a v menší míře elektroerozivního. Odzkoušení nástroje proběhne po kompletaci. Při případných odchylkách vzniknoucích na výlisku se nástroj doladuje.



Obr. 1 – Výlisky pro firmu ŠKODA Auto a.s.



2 HISTORIE KARSIT HOLDING, S.R.O.

Založení společnosti KARSIT HOLDING s.r.o. se datuje k roku 1992.

Roku 1994 firmu odkupuje závod Karosa Jaroměř. Zde firma dnes sídlí.

Firma se zabývá především:

Výrobou kovových struktur autosedaadel

Výfukových systémů

Zahradní techniky

Kataforézním a práškovým lakováním kovových dílů

Svařováním kovových dílů

Nástrojařské práce

KARSIT HOLDING s.r.o. má své závody v Jaroměři, Příbrami, Dvoře Králové nad Labem, Postřelmově a Velichovkách.

Výrobní program tvoří dodávky dílů pro automobilový průmysl ať už se jedná o svařované díly, výlisky a lakované díly. Dále je to zpracování trubek a drátů, montování různých podskupin a výroba panelových dílů pro automobilový průmysl a pro vlastní výrobu zahradní techniky.

Společnost KARSIT HOLDING s.r.o. se skládá ze dvou částí. Mezi první spadá tzv. divize AUTO. Velice důležitá část společnosti. Vyrábí se zde díly pro automobilový průmysl. Druhá část je tzv. divize SLUŽEB, ta zajišťuje různé podpůrné aktivity pro hlavní část společnosti. Největšími zákazníky společnosti je společnost Johnson Controls dále Škoda Auto + VW, Arvin Meritor, TRÉVES, BENTELER, SCANIA

Společnost stále usiluje a lepší prosazení v oblasti automobilového průmyslu a pracuje na stále lepším postavení ve výrobní sféře.



2.1 Nástrojárna v Postřelmově

Nástrojárna v Postřelmově započala svoji výrobní činnost již před 80. lety. Nástrojárna Postřelmov patřila firmě MEP POSTŘELMOV, a.s. do roku 2001, kdy ji koupila firma KARSIT, s.r.o.. Před tímto rokem se nástrojárna zabývala výrobou strojů a nástrojů pro elektrotechnický průmysl.

Firma KARSIT s.r.o. v roce 2001 odkupuje nástrojárnu od zmiňované společnosti a buduje zde závod, kde je zaměstnáno okolo 40 pracovníků.

Dnes se nástrojárna KARSIT v Postřelmově zabývá především kompletní výrobou lisovacích postupových nástrojů a forem pro vstřikování plastů. Disponuje strojním obsazením od univerzálních soustruhů po CNC obrábění.

Vybavení závodu:

- pracoviště CAD/CAM s použitím programu Unigraphics
- pracoviště pro opracování polotovarů vybavené standardními obráběcími stroji
- Drátová řezačka: MAKINO U53K
- Drátová řezačka: Fanuc Robocut alpha liC
- Elektroerozivní hloubicí stroj: MAKINO EC NC 64
- CNC frézka: FGSQ 320
- Počítačově řízené obráběcí centrum: Hartford MVP 13 AD
- Měřicí pracoviště s měřícím strojem: ZETT MESS

Výrobní program závodu:

- výroba lisovacích nástrojů na tváření plechu
- výroba nástrojů sloužící k tažení plechu
- výroba vstřikovací forem k zpracování termoplastů a pryže
- formy ke gravitačnímu lití hliníkových slitin
- různé druhy přípravků (montážní, kontrolní, svařovací apod.)

3 OCELI

Oceli jsou slitiny uhlíku železa a jiných legujících prvků s obsahem uhlíku do 2,11 %. Výroba probíhá ve vysokých pecích. Koks, vápenec a ruda se vsazují do pece, kde se za vysokých teplot redukuje a taví. Ruda a struska se z vysoké pece v časových intervalech odlévají do tzv. housek a dále putují do železáren, kde se zkujňují, zbavují přebytečného uhlíku a nežádoucích prvků, které negativně ovlivňují vlastnosti oceli. Zhutňování provádíme v martinských pecích, kyslíkových konvertorech či indukčních pecích.

Materiál volíme nejlevnější s dostatečnými požadavky k výrobě výrobků. Vhodné materiály jsou polotvrdé, z důvodů menší deformace při stříhání zvláště u větších tloušťek materiálu. [1]

Rozdělení ocelí podle způsobu zpracování:

- k tváření
- na odlitky

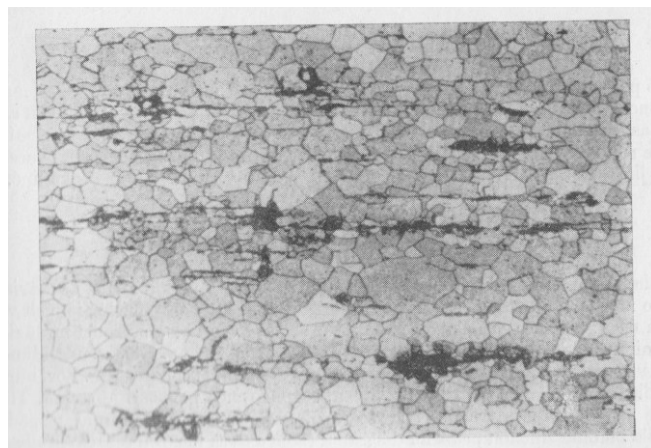
Oceli k odlévání

Oceli určené k tváření:

Snadná tvárnost u čistých kovů je zapříčiněna snadným posuvem zrn v kluzných rovinách. U slitiny tomu tak není, protože některé prvky mohou bránit posuvům v kluzných rovinách. Proto se do ocelí k tváření přiměšují některé prvky, které tyto vlastnosti zlepšují tím, že na sebe prvky, které brání kluzu, na sebe naváže. Např.: Mangan odsirňuje a odkysličuje, titan stejně jako vanad a hliník na sebe vážou dusík, což má za důsledek tzv. uklidnění oceli. [1]

Výroba plechů pro lisování:

Plech se vyrábějí válcováním na širokopásové trati. Plech je válcovaný v jednom převládajícím směru. V materiálu nastává tzv. textura (tj. směrové uspořádání krystalů a nečistot). Tomu lze předejít rekrytalizací. Ta umožní uspořádání zrn v ustálenějším směru, ale vzniknou různé velikosti zrn a nečistoty se nepřemístí. [1]



Obr 2. směrové uspořádání nečistot v materiálu [1]

4 LISOVÁNÍ

Lisování je dnes velice rozšířená technologie výroby kovových součástí. Umožňuje efektivně, rychle a levně vyrobit díly složitých tvarů, tudíž má velmi rozsáhlé použití. Jedná se o převážně automobilový, strojírenský, chemický, potravinářský, letecký a jiné druhy průmyslových odvětví. [1]

Lisování plechů:

Rozděluje se na:

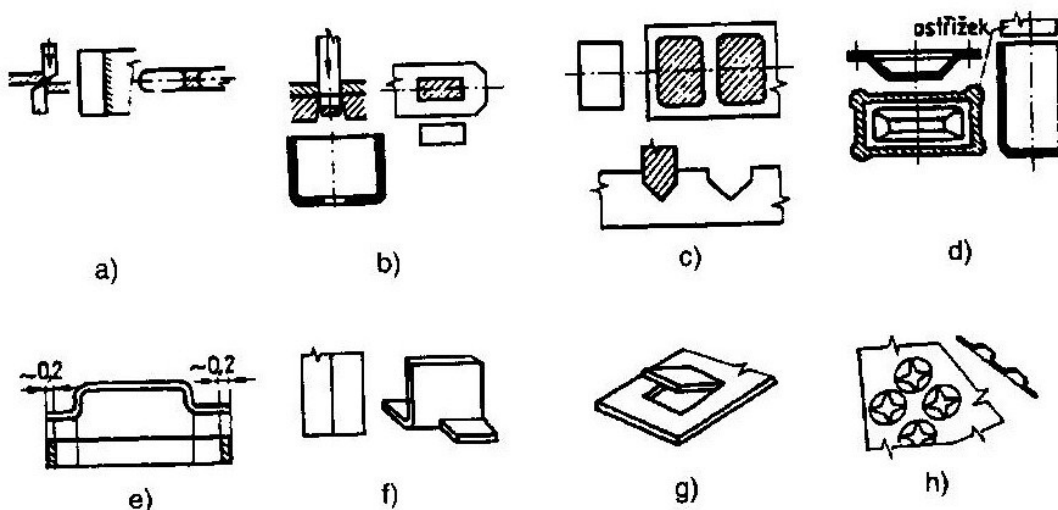
Stříhání – Oddělování částic materiálu (postupně nebo současně) pomocí stříhadel podél křivky stříhu. Proces je velmi rozšířenou metodou zpracování plechu. Vnik střížníku je závislý na mechanických vlastnostech materiálu. Čím je materiál tvrdší a křehčí, tím bude hloubka vniknutí střížníku menší a materiál se rychleji oddělí a naopak tomu bude u houževnatých materiálů. [1]

Stříhání dělíme na různé operace: [2]

- po uzavřeném obryse (na lisech z tabulí a pásů plechu)
- děrování
- vystřihování
- ostřihování
- přistřihování
- nastřihování
- prostřihování
- protrhávání

Nástřihový plán:

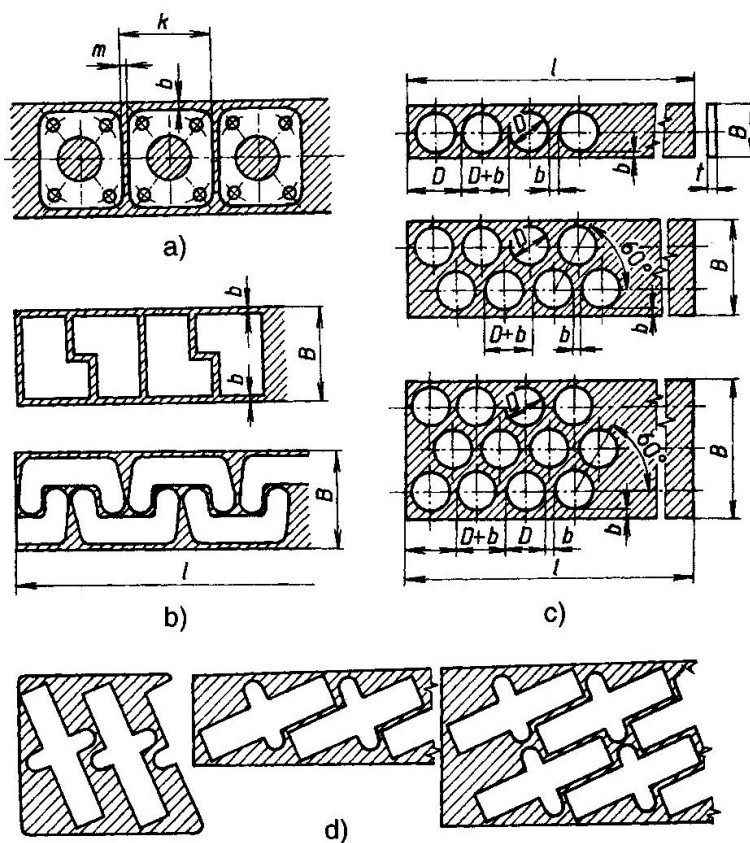
Pro co největší využití materiálu je potřeba mít rozvržený nástřihový plán. Zvláště v hromadné výrobě, kde pořizovací cena nástrojů není zrovna nízká. Tímto termínem se rozumí vhodné rozmístění vystřihovaného tvaru na plech, ze kterého se budou výstřižky vystřihávat. Dle tohoto rozmístění se pak určuje koeficient využitelnosti materiálu. Mezi každým výstřižkem musí zůstat při uspořádání mezera, tzv. můstek. [2]



Obr. 7.2. Operace stříhání

a) prosté stříhání, b) děrování, c) vystřihování, d) ostříhování, e) přistříhování, f) nastříhování, g) prostřihování, h) prothávání

Obr. 3 Operace stříhání [2]



Obr. 7.3. Příklady uspořádání výstřížků – nástřihové plány

a) podle tvaru na páse, b) pro větší využití, c) podle vyráběného množství, d) podle šíře pásu
 b – šířka postranních odpadů, m – můstek, k – krok

Obr. 4 Nástřihové plány – příklady [2]



Ohýbání – jedná se o plošné tváření plechu. Proces, kdy za pomoci vnějších sil dochází v materiálu k plastické deformaci. Ohýbání nebo rovnání. Nedochází k podstatné změně průřezu polotovaru. V materiálu je tzv. neutrální vrstva, která se ani neprodlužuje ani nezkracuje. Slouží k výpočtu rozměrů polotovaru a minimálních zaoblení. V důsledku snahy materiálu udržet si svůj tvar dochází k tzv. odpružení. [2]

Patří zde:

- ohraňování
- osazování
- prosté ohýbání

Ohýbání dělíme také:

- s přídržovačem
- bez přídržovače

Tažení – přetváření plochých plechových přístřihů na duté těleso bez výrazné změny tloušťky materiálu. [2]

Rovnání – mezi čelistmi s výstupky se rovnají střední výlisky z tlustého plechu. Naopak z tenkého plechu se proces rovnání používá na svitky, před zavedením do stroje. [2]

Uspořádání atomů v kovu je pravidelné do krystalových mřížek a tyto mřížky tvoří krystalové buňky. Kovy obvykle krystalizují v soustavě šesterečné nebo krychlové. Krystalické látky dělíme na monokrystalické a polykrystalické. Kovy jsou polykrystaly. V důsledku lisování kovů vznikají v materiálu fyzikální děje, některé jsou žádoucí, některé ne. [1]

Poruchy v kovu: [1]

Dislokace – čárové poruchy. Dělí se podle uspořádání na:

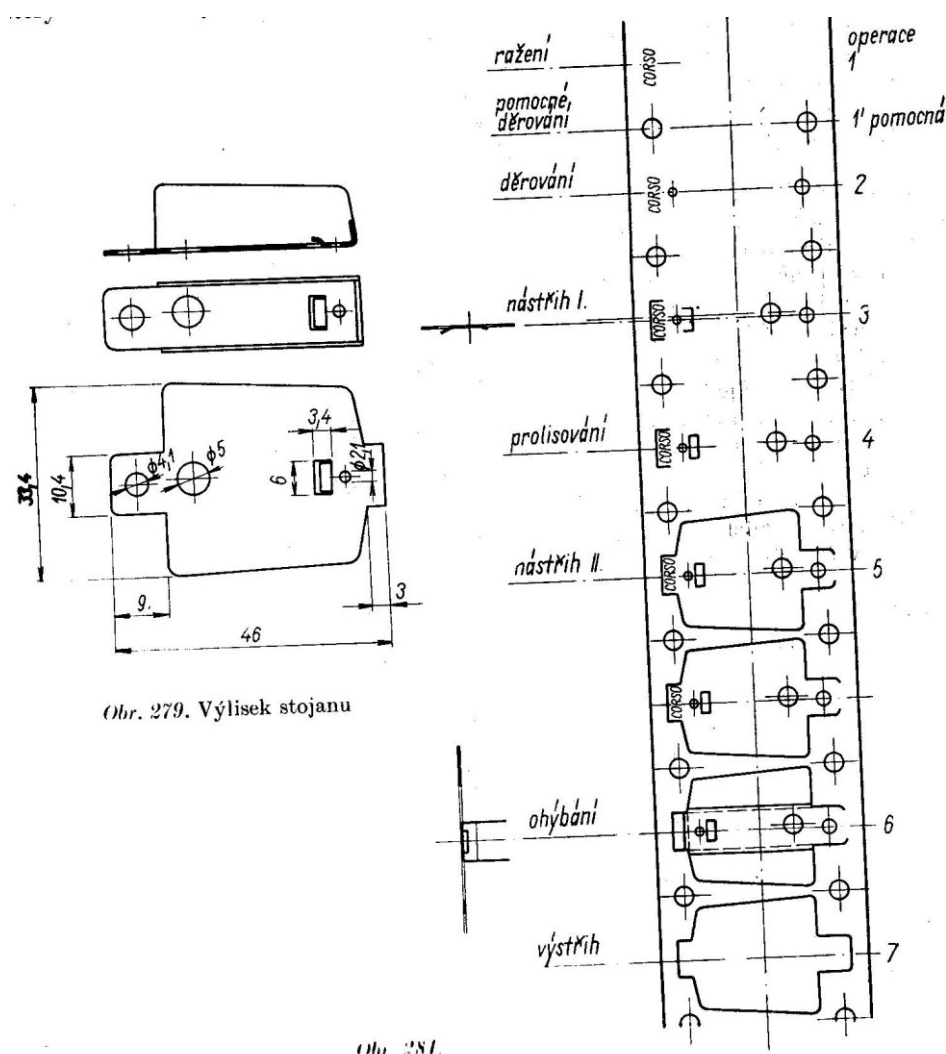
- hranové
- šroubové

Vysvětlení dislokace. Vložená soustava atomů tvoří nad určitou rovinou napětí tahové a pod ní tlakové, nebo naopak. [1]

4.1 Proces postupového lisování plechu

Postupové lisování je forma výroby, kdy se za pomoci složitého postupového nástroje zpracovávají pásy nebo tabule plechu. Může to být nástroj, který pouze stříhá, nebo zároveň stříhá i ohýbá plech. Postupový nástroj provede na více zdvihů více operací. Hotový výlisek při posledním zdvihu putuje do zásobníku. [1]

Postup lisování: do nástroje se ručně navede pás plechu, do něhož se začne lisovat pár prvních kroků (zpravidla: nástřih, značení (ražení), prostřížení hledáčkových děr (pomocné děrování), prolis), dokud materiál nenarazí na automatický doraz. Posun pásu zajišťují válečky. Upnutí do beranu lisu je realizováno prizmatickou drážkou, ta je pro tento způsob lisování nejvhodnější kvůli rozměrům nástroje. Následně je toto spojení zajištěno šrouby pomocí lišty vložené do prizmatické drážky. [1]



Obr. 279. Výlisek stojanu

Obr. 281

Obr. 5 Příklad postupového lisování: Děrování, nástřih, ohyb [1]

4.2 Tvářecí stroje

Požadavky kladené na tvářecí stroje jsou především vysoká produktivita a jakost práce. S tím souvisí spolehlivost a ekonomický provoz stroje, tudíž nejlepší přenos energie od pohonu přes nástroj do výrobku. Měly by mít pravidelný chod a velkou tuhost. Výkon lisu, který udává tvářecí sílu lisu. A dále by měl mít samozřejmě spolehlivost, účinnost a snadná obsluha. [1]

Tvářecí stroje rozdělujeme na:

- lisy
- buchary

Ty se dělí podle způsobu pohonu:

- hydraulické
- pneumatické
- mechanické

Pro zpracování plechů je využíváno lisů, které mají další mechanické příslušenství pro realizování procesu lisování.

Mechanizační doplňky pro zpracování plechu: [1]

- podavače
- podavače pro menší přístřihy a kusové polotovary
- všemožné druhy zásobníků a mezioperačních dopravníků
- různá zařízení pro manipulaci a přípravu výchozího materiálu, výlisků a manipulace s odpadem
- čistící a mazací zařízení
- odvíjáky, navijáky, rovnačky
- zařízení pro dělení materiálu, aj.

5 POSTUPOVÝ LISOVACÍ NÁSTROJ

Tvar vnitřních dutin nástroje udává výsledný tvar hotového výlisku. Jedná se o tvary střížných a ohybových částí.

Nástroj obsahuje spoustu složitých pohyblivých prvků, ohýbacích prvků, děr pro prostřihování plechu a dorazových zařízení, podle druhu výsledného výlisku. K procesu lisování je zapotřebí velkých lisovacích sil, v důsledku toho nástroj musí být schopen odolávat velkým tlakům a zároveň konečný hotový výrobek by měl odpovídat požadovaným rozměrům. Nástroj je proto potřeba průběžně během operace mazat vhodnými mazadly, to zapříčiní delší životnost a kvalitu výlisků. Materiál postupového nástroje je velmi odolný, s čímž souvisí vysoká cena. Při výrobě se dále tepelně zpracovává. Postupový nástroj se velmi přesně propočítává a musí se počítat s různými odpruženími a jinými vlastnostmi lisovaného materiálu. [1]

Postupové nástroje dělíme podle operací: [1]

Např.:

- sdružený postupový nástroj s vystřižením pásu
- sdružený postupový nástroj s nastřižením pásu
- sdružený postupový nástroj s rozstřižením pásu
- sdružený postupový nástroj pro děrování, nástřih a ohyb, ...

Nástroje se dále dělí podle počtu pracovních kroků.

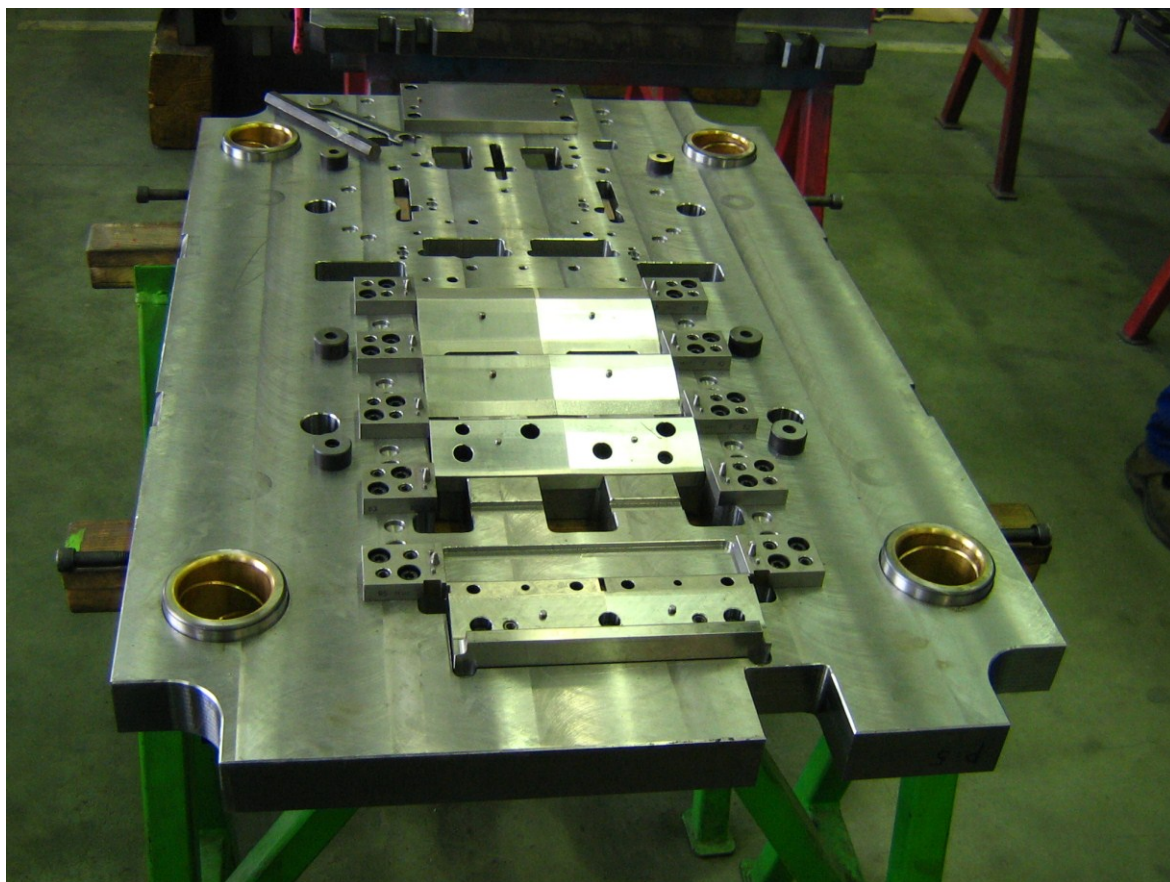
Nástroj se skládá ze spodní části, vodítek (stírače), a horní pohyblivé části nástroje. Na té jsou umístěny střížníky a ohýbací prvky. Dále vodítka pro uložení nástroje na vodící sloupy nástroje, ve většině případů jsou ložiska bronzová, záleží však na způsobu uložení.

Technologie výroby je založená na různých operacích na sebe navazujících. První důležitý krok obsahuje jednání se zákazníkem, jehož požadavky dále rozvíjí celý postup. Ten se skládá z konstrukčního řešení nástroje, nákupu materiálu, přípravy výroby, výrobního procesu a nakonec v samotném zkoušení a doladění hotového nástroje. Celá výroba patří mezi velmi složité procesy.

Výrobní proces obsahuje veškeré druhy obráběcích prací. Patří mezi ně:

- soustružení
- frézování
- broušení
- vrtání
- dělení materiálu

Do procesu výroby postupového nástroje patří i lakování a frézování různých technologických značek, potřebných pro sestavení nástroje. Některé součásti potřebné pro zhotovení nástroje se v nástrojárně nevyrábějí a objednáváme je z jiných firem. Patří mezi ně dorazy pneumatické nebo hydraulické nebo různé vodící a funkční prvky.



Obr. 6 – Deska přidržovače postupového nástroje

5.1 Konstrukce postupového nástroje

Samotná konstrukce nástroje nemůže proběhnout bez získání potřebných informací pro výrobu postupového nástroje od zákazníka. Konstruktor potřebuje především vlastní tvar hotové součásti, od které se může vyvíjet dál. Zákazník předkládá veškeré informace o požadavcích firmě a ta na nich dále může zakládat. Zákazník konstruktérovi předkládá hlavně kompletní výkresovou dokumentaci. Výkres lisovaného dílu: popisuje tolerance, někdy je na něm dán i směr lisování, hodnota přípustných otřepů atd., rozměry k lisu, na kterém bude nástroj upnut (velikost stolu, beranu, upínací drážky, odpadová díra, zdvih, výška podání atd.)

Navržená sestava se skládá z několika stovek částí, normalizovaných i nenormalizovaných. Nenormalizované části je proto potřeba vyrobit. Zbytek částí nástroje tvoří normalizované položky, mezi které patří šrouby, kolíky a podobně. Při návrhu nástroje bylo použito katalogů normálií FIBRO. Tyto dodané díly zaručují vysokou kvalitu, spolehlivost, tím i dlouhou životnost nástroje a hlavně jsou levnější, protože se vyrábějí sériově. Nástroj dále obsahuje indukční čidlo, které podle druhu čidla zajišťuje buď kontrolu polohy plechu v nástroji nebo sleduje počet vykonaných zdvihů, odstřižení výlisků atd. Toto zařízení je umístěné na skluzu. Díky tomuto čidlu se zvyšuje bezpečnost práce a předchází haváriím nástroje. Čidlo může být umístěno i uvnitř nástroje, záleží na tom, co hlídá (kontroluje).

Zadání zakázky pro nástrojárnu v Postřelmově, firmu KARSIT, s.r.o., bylo určeno pro výrobu střešních dílů z plechu pro firmu ŠKODA AUTO a.s. Konstrukční oddělení se zabývalo tímto zadáním dle výkresové dokumentace.

Tento postupový nástroj vyráběný pro firmu Škoda Auto a.s. má požadavky na životnost nástroje bez jakýchkoliv odchylek rozměrů hotových výlisků na zaručený počet výlisků 1 000 000 ks. Nástroj však při pravidelné údržbě a správné manipulaci dokáže vylisovat větší počet výrobků.

Průběh konstrukce začíná na samotném prostudování tvaru a složitosti výrobku a jeho rozměrů, počtu výlisků, které má nástroj bez problémů vylisovat a materiálu výlisků. Podle tohoto posouzení následuje návrh konstrukce nástroje. Začíná to návrhem layoutu (nástřihového plánu). Dále určuje na jaký počet kroků nástroj bude pracovat než zhotoví výrobek, polohu střižníků a střižnic, ohybníků a ohybnic a dalších konstrukčních prvků. Nakonec je potřebné správně zkonstruovat skluzy, po kterých budou putovat hotové výlisky. Zpravidla na pásový dopravník do skladovacích beden.



Vlastnosti tvářeného plechu: [5]

Nástroj je konstruován pro výlisky z materiálu EN 10346 –HX340LAD+Z100MB a tloušťku vstupního materiálu (plechu) 0,8 mm a šířky pasu svitku plechu 244 mm.

EN 10 346:

Označení pro ocel určenou k tváření za studena

HX340LAD:

Vysokopevnostní ocel určená pro tváření za studena

Z 100:

Udává hmotnost zinku povlaku v gramech na jeden čtverečný metr.

M:

Vzhled povrchu. Snížený flitr

B:

Povrchová úprava zinkováním

Mezi konstrukční prvky postupového nástroje patří: [1]

- střižnice
- střižníky
- ohybnice
- ohybníky
- vodící lišty
- dorazy
- hledáčky
- pružiny
- upínací stopky
- vodící čepy
- desky (kotevní, základové, opěrné, upínací, ...)

5.2 Střižníky

Je třeba dbát na určité požadavky konstrukce: [1]

- tuhost
- pevnost
- odolnost proti opotřebení (otěru)

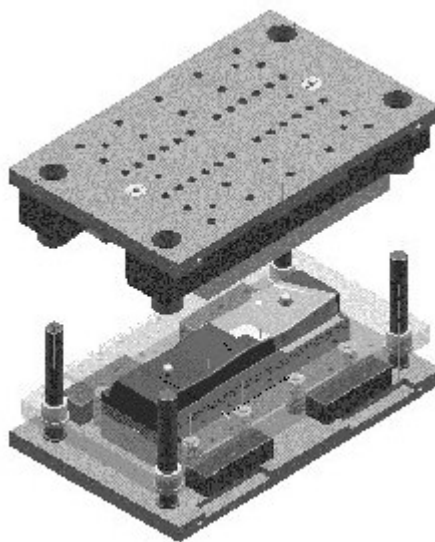
5.3 Střižnice

Nejnákladnější položka střižného nástroje. Je to deska různých tvarů průřezů (čtverec, obdélník, kruh), která se vyrábí z nástrojové oceli. Střižnice je tepelně zpracovaná. [2]

Střižnice může být: [2]

Celistvá – pro jednoduché výstřižky

Skládaná z několika částí – pro složitější tvary výstřižků



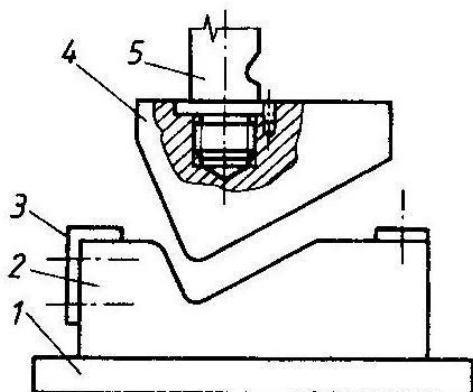
Obr. 7 Postupový nástroj [9]

5.4 Ohybník

Pohyblivá část nástroje, upnutá pomocí stopky do beranu lisu, v případě postupového nástroje je připevněný na horní část pohyblivou část nástroje pomocí šroubů. Ohybník je kalen. [2]

5.5 Ohybnice

Připevněná přes základovou desku nástroje ke stolu lisu také pomocí šroubů. Pevná část nástroje. Ohybnice bývají také tepelně zpracovávány. [2]



Obr. 7.34. Jednoduchý ohýbací nástroj
1 – základová deska, 2 – ohybnice,
3 – doraz, 4 – ohýbník, 5 – stopka

Obr. 8 Jednoduchý ohýbací nástroj [2]

5.6 Přidržovač

Pohyblivá část nástroje, která jak z názvu vyplývá přidrží při postupovém lisování plech, aby se nedeformoval a nepohyboval se. Při každém kroku se přidržovač od materiálu oddálí, aby byl možný posun pásu plechu na další krok. [1]

5.7 Základová deska

Součást nástroje, k níž se montují veškeré funkční prvky. Pevná část nástroje připevněná ke stolu lisu. Výroba této části zahrnuje vrtání a frézování otvorů pro střížnice, a frézování pro upínání dalších prvků. V této desce se dále nacházejí díry pro odpad (vystřížený plech), aby se střížnice neucpaly. [1]

5.8 Vodící lišty

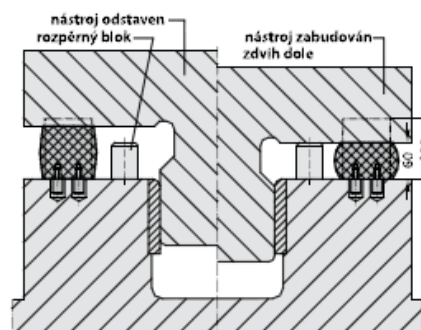
Slouží k vedení materiálu v nástroji. Vedení můžeme mít ruční nebo strojní. Vodící lišty zajišťují hladký průchod pásu plechu bez vychylek do stran. [1]

5.9 Odlepovače a dorazy

Z důvodu vysokých tlaků při operaci lisování a velké hmotnosti nástroje je potřeba použít prvky, které umožňují spodní a horní díl nástroje dostat od sebe. Pro tyto účely slouží různé druhy součástí. Funkce dorazů zabraňuje případné kolizi a zničení nástroje při případném dosednutí pohyblivé a pevné části postupového nástroje. Pro operaci stříhání bývá ve střížníku zabudován odlepovač zabraňující přilepení odstřiženého odpadu ke střížníku. [3]

Rozdělení: [3]

- pneumatické – tlakovým médiem je dusík
- pružinové
- tzv. polštářky
- pryžové
- polyuretanové



Obr. 9 Funkce dorazů a odlepovačů [3]

5.10 Vodící elementy

Vodící elementy zajišťují přesný pohyb mezi spodním a horním dílem nástroje s minimálním třením. To znamená, že je možné použít více zdvihů za minutu s minimálním opotřebením nástroje, tím nástroj udržuje dlouhodobě svoji přesnost. [2]



Obr.10 Kluzné a valivé uložení [3]

Vodící sloupky:

Vodící sloupky jsou upevněny dle konstrukce nástroje buď v horní nebo ve spodní části nástroje. V našem případě jsou vodící sloupky součástí horního dílu, které zapadají do vodících pouzder na dolním dílu nástroje. Vyrábí se z oceli, která se dále kalí. Povrch nitridujeme nebo cementujeme. [3]

Druhy sloupků: [3]

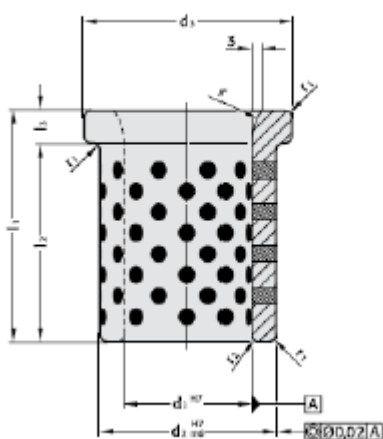
- s osazením
- bez osazení

Vodící pouzdra:

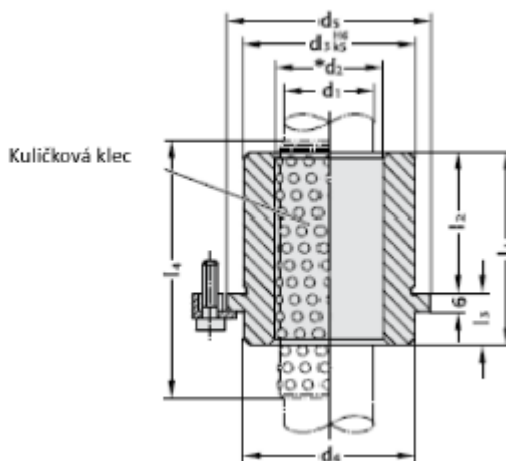
Vodící pouzdra jsou zalisovaná nebo přišroubená do dolní části nástroje. Viz. sloupky. Vyrábějí se v přesných tolerancích a v přesných uloženích se sloupky. [3]

Dělení podle materiálu: [3]

- ocelová - vyrobené s oceli s uvnitř vytvořenými mazacími kanálky a s vloženou bronzovou vložkou
- bronzová – samomazná s vloženým grafitem uvnitř (téměř bezúdržbová)
- válečková nebo kuličková – ve vyrobeném bronzovém pouzdře jsou vytvořeny otvory pro valivé elementy. Ty výrazně snižují tření, proto se těchto vodících pouzder využívá při velkých počtech zdvihů za minutu a u nástrojů velkých rozměrů.



Obr. 11 – Samomazné pouzdro s grafitovými tělísky [3]



Obr. 12 – Valivé kuličkové vedení [3]

5.11 Transportní a upínací elementy

Transportní elementy:

Výroba nástroje velkých rozměrů není možná bez potřebné manipulace. K tomuto účelu slouží různé elementy k umožnění a usnadnění výroby uchycením do zvedacího zařízení. Těchto elementů je celá řada. Materiál – ocel. Výroba převážně probíhá operacemi kování, u transportních čepů odléváním. [3]

Patří zde: [3]

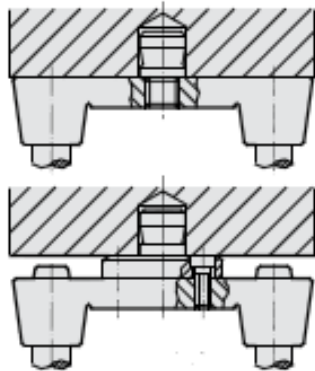
- závěsná oka
- nosné šrouby
- nosné čepy
- otočná závěsná oka
- otočná závěsná oka uložená v kuličkovém ložisku
- háky

Upínací elementy: [3]

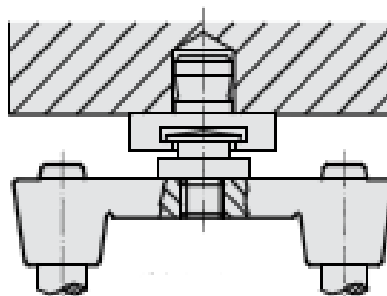
Upínací elementy umožňují upevnění vyrobeného nástroje k lisu, pokud to však není realizováno pomocí drážek. Rychlejší a snadnější výměna nástroje.

Varianty řešení: [3]

- upínací čepy – normalizovaný tvar čepu, který odpovídá tvaru otvoru pro čep v lisu
- upínací čep + upínací pouzdro – snadná výměna nástrojů v lisu



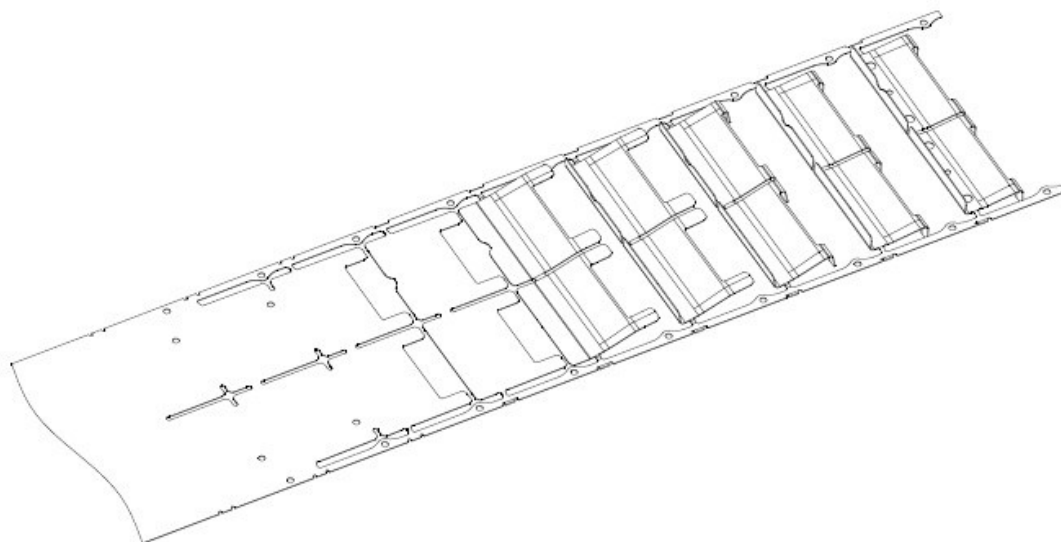
Obr. 13 – Upínací čepy [3]



Obr. 14 – Upínací čep + upínací pouzdro [3]

6 URČENÍ NÁSOBNOSTI NÁSTROJE

Jelikož nástroj vyrábí střešní díly pro levou a pravou přední část střešní konstrukce pro automobil Škoda Octavia III, to znamená, že je zapotřebí stejný počet obou dílů. Nástroj z tohoto důvodu může být konstruován pro to, aby na pracovní zdvih zhotovoval 2 výlisky zároveň, pokud však složitost a rozměry tvarů to umožňují. To pak má za následek zrychlení a zlevnění výroby, (není potřeba dvou nástrojů), snížení energie → snížení nákladů. Protože výlisky pro firmu ŠKODA Auto a.s. nejsou příliš složitých tvarů, konstrukční řešení popsanému požadavku odpovídá a bude lisovat dva díly najednou.



Obr. 14 Nástřihový plán postupového nástroje pro střešní díly

6.1 Spodní díl nástroje

Pás plechu postupuje přes dvě nosné desky. Zdvih umožňují plynové pružiny. Na spodním dílu nástroje se nachází indukční čidlo hlídající posuv a polohu plechu v nástroji a správnou funkci nástroje.

1) Základová deska

Nejrozměrnější část nástroje konstruována s ohledem na velikost lisu, na kterém bude nástroj pracovat. Je zapotřebí, aby překryla celý odpadový prostor. [4]

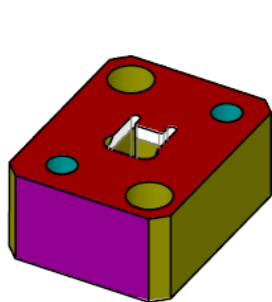
Na tomto díle se budou nacházet veškeré funkční díly upnuté pomocí šroubů a středěné pomocí kolíků. Základová deska je upevněna k podložné desce taktéž pomocí kolíků a šroubů. Podložná deska slouží k upnutí na stůl lisu pomocí hydraulických upínek. Materiál základové desky a podložné desky bude podle normy ČSN. Ocel 11 523.

2) Střižnice

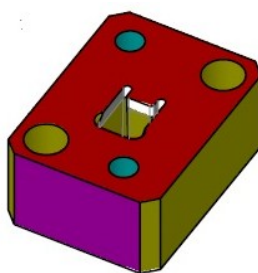
Základní část postupového nástroje, která je však velmi složitá na výrobu a na přesnosti výpočtů z hlediska střižné vůle. Na této části závisí kvalita vystřiženého otvoru nebo vystřiženého obvodu. Jelikož je výlisek vyráběn na několik kroků, nachází se na nástroji několik těchto dílů (střižnic) různého tvaru. Při návrhu je třeba dbát na tloušťku stěny střižnice, aby nedošlo k prasknutí materiálu vlivem pracovních sil.

Nástroj je osazen 11 střižnými matricemi různých tvarů.

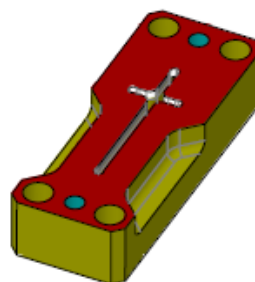
Obrázky všech druhů střižnic použitých na nástroji:



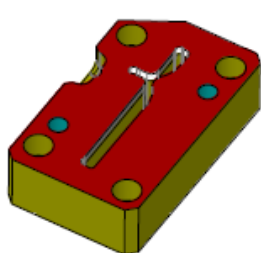
Obr.: 15



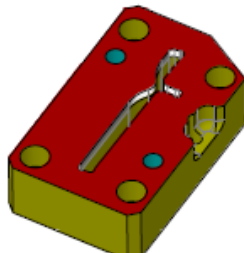
Obr.: 16



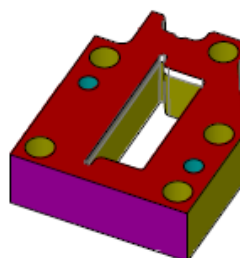
Obr.: 17



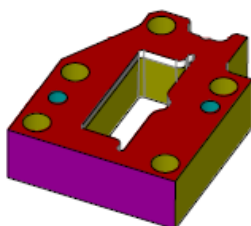
Obr.: 18



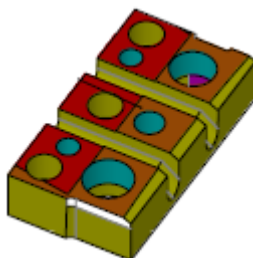
Obr.: 19



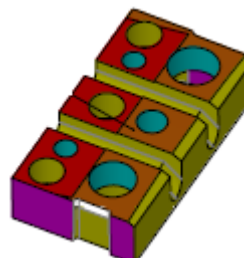
Obr.: 20



Obr.: 21



Obr.: 22



Obr.: 23



Obr.: 24



Obr.: 25

Volba materiálu:

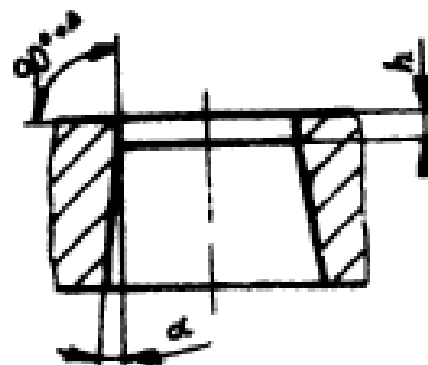
Při procesu dochází ke značnému tlaku a otěru mezi plechem a styčnou plochou nástroje v důsledku posuvu. Proto je zapotřebí, aby nástroje byli vyrobeny z materiálu, který bude oteruvzdorný, tvrdý a měl rozměrovou stálost. To znamená, že součásti nástroje budou kaleny. Pro tento případ bylo zvoleno oceli 1.2379, které odpovídá materiál ČSN 19 573. Je to nástrojová ocel pro práci za studena. Matrice se budou kalit na tvrdost HRC 58 + 2.

Označení materiálu:

58 + 2 HRC 1.2379

Tvar střižnice:

Protože se jedná o matrice s komplikovaným vystřihovaným obvodem a vysokým požadavkem na přesnost, je řešení tvaru střižnice kuželové s válcovou fazetkou. „Kuželová plocha slouží ke snadnému odchodu odpadního materiálu.“ [4] Nástroj musí vydržet 1 000 000 ks výlisků. Střižnice se brousí a může se stát, že některé se budou muset po obroušení fazetky vyměnit. Závisí to i na jakosti lisovaného plechu.



Obr.: 26 Tvar střižnice [4]

3) Nosná deska

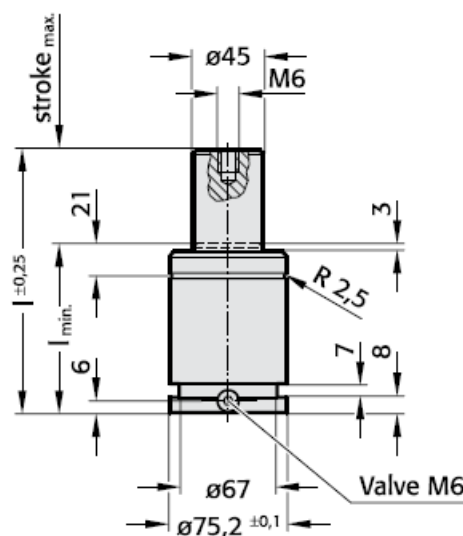
Slouží k vedení pásů plechu. Na této desce jsou přišroubeny vodící lišty.

4) Volba plynových pružin

Ve spodní části nástroje jsou umístěny 2 typy pružin, které slouží k zvedání nosných desek do původní polohy. Počet a síla pružin je odvozena od gravitační síly nosných desek, tedy od hmotnosti vodících desek. Ve spodní části jsou 4 tlakové pružiny z katalogu FIBRO 2487.12.02400.038.

Válec o průměru ZD:	75,2 MM
Počáteční síla FA:	2400
Pístnice průměr SD:	45 mm
Zdvih Max. HUBMAX:	38 MM
Plnicí tlak Pa:	150

Tab.: 1 Parametry pružiny [3]

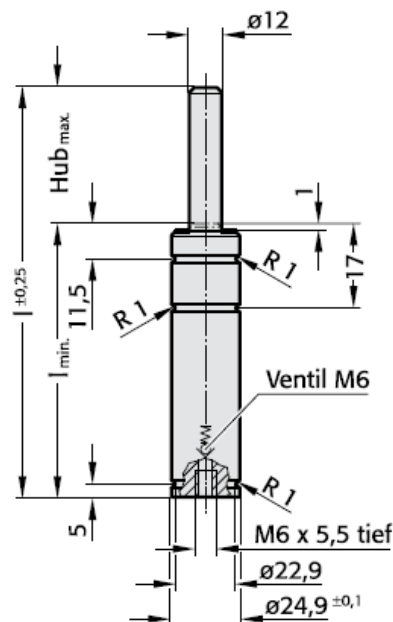


Obr.: 27 Schéma plynové pružiny

A 6 pružin z katalogu FIBRO 2480.21.00200.050

Válec o průměru ZD:	24,9 MM	2480.21.
Počáteční síla FA:	200	
Pístnice průměr SD:	12 mm	
Délka L:	142 mm	
Zdvih Max. HUBMAX:	50 MM	
Plnicí tlak Pa:	177	

Tab.: 2 Parametry druhého typu pružin [3]



Obr.: 28 Schéma druhého typu pl. pružin [3]

5) Vodící lišty

Nástroj obsahuje několik vodících lišt různých tvarů pro správné vedení materiálu. Výška je u všech rozměrových druhů lišt stejná, a to 4 mm.

Volba materiálu: [6]

V tomto případě budou lišty vyrobeny z materiálu TOOLOX 44. Ocel kalená a popouštěná, u které není zapotřebí dalšího tepelného zpracování. Materiál je dobře obrobitelný i přes svoji pevnost 45 HRC.

6) Ohybnice

Nástroj ohýbá materiál na 4 kroky, proto má 4 ohybové matrice, které udávají tvar celému dílu z plechu a další menší matrice, které slouží k zahnutí zbývajících dvou nezahnutých částí, které jsou po stranách výlisku. Ohybníky jsou podloženy podložkami, aby se z důvodu vysokých tlaků neotlačovaly do základové desky. Ukotveny k základové desce jsou šrouby.

Volba materiálu ohybnic:

Materiál byl již zmíněný. Stejně jako střižnice, tak i ohybnice jsou vyrobeny z nástrojové oceli ČSN 19 573, avšak v případě ohybnic bude ocel kalena na HRC 56 + 2.

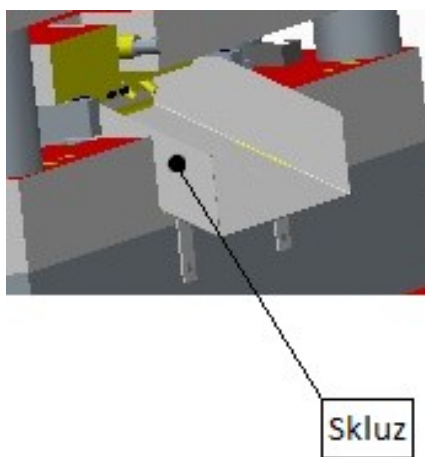
7) Skluz výlisků

Funkce skluzu spočívá v tom, že poslední zdvih nástroje odstříhne hotový výlisek, a ten sjíždí většinou na pásový dopravník, nebo přímo do beden s hotovými díly. Na skluz, případně v jeho blízkosti se montuje indukční čidlo. Tato část nástroje (skluz) je vyráběna z ohýbaného plechu.

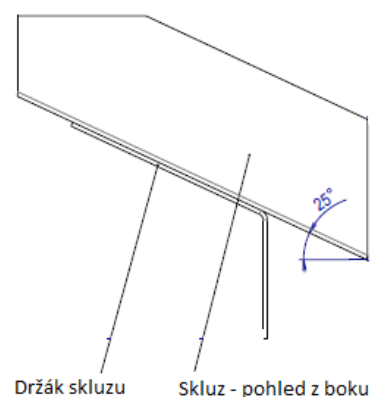
Volba materiálu:

Držák skluzu je vyroben z konstrukční oceli 11 373.

Materiál samotného skluzu DIN 1.4301, což je chrom-niklová ocel. Tomuto označení odpovídá ocel ČSN 17 240.



Obr.: 29 Skluz výlisků



Obr.: 30 Boční pohled – schéma skluzu

8) Značení výlisků

Operaci lisování probíhá na materiálu ražení sériového čísla dílů, znaku Škoda a datum výroby (týden/rok). Držák značení je vyroben z oceli 11 523 a domeček značení z nástrojové oceli 19 312 kalené na HRC 55 + 3. Domeček – v něm se nachází znaky značení jako je datum, znaky a číslo série, které jsou v tomto případě vyhloubeny pomocí elektroerozivního vyjiskřování (hloubení). Negativní tvar značení zajišťuje, že nástroj vylisuje požadovaná data.

9) Dorazy

Dorazů se vyskytuje na celém nástroji celkem tři druhy:

- a) najížděcí
- b) skladovací dorazy
- c) doraz vodící desky



ad a)

Najížděcí doraz umožňuje vysunutí střížníků. Nástroj se dostane do dolní úvrati, dorazy ho ustaví a střížníky se vysunou.

ad b)

Skladovací doraz slouží pro manipulaci s nástrojem mimo lis, aby nedošlo k poškození celého nástroje nebo funkčních částí. Někdy je označován jako přepravní doraz.

ad c)

Slouží k tomu, aby nedošlo ke kolizi. Udržují vodící desku ve vodorovné poloze.

6.2 Horní díl nástroje

Konstrukčně namáhavější na výrobu a přesnost výroby. Vedení nástroje a veškeré funkční části musí přesně sedět při práci lisu do spodního dílu. Viz. spodní díl. Horní díl se skládá z normalizovaných i nenormalizovaných dílů. Stejně jako spodní díl je na desku lisu upevněn hydraulickými upínkami. Vedení horního vůči spodnímu dílu umožňují 4 vodící sloupky.

1) Upínací deska

Slouží k upnutí kotevní desky a kalené podložky a na podepření střížníků. Je to nejrozměrnější část horního dílu nástroje. Upínací deska zároveň slouží k upnutí celé horní části do lisu pomocí T – drážek. Kalená podložka a kotevní deska jsou připevněny k upínací desce pomocí kolíků a šroubů. [1]

Volba materiálu:

Pro tuto část nástroje byl zvolen materiál ČSN 11 523.

2) Střížníky

Hlavní funkční část nástroje, která musí být odolná proti otěru, mít vysokou tuhost a pevnost. Střížník společně se střížnicí vytváří v plechu požadovaný tvar. [1]

V nástroji bude použito střížníků nenormalizovaných, pro kruhové díry budou střížníky normalizované.

a) Normalizované střížníky [3]

Střížníky normalizované byli objednány z katalogu FIBRO. Jedná se o přesné osazené střížníky s odlepovačem. V případě tohoto postupového nástroje bylo použito 4 typů normalizovaných střížníků pro vystřihování kruhových děr.

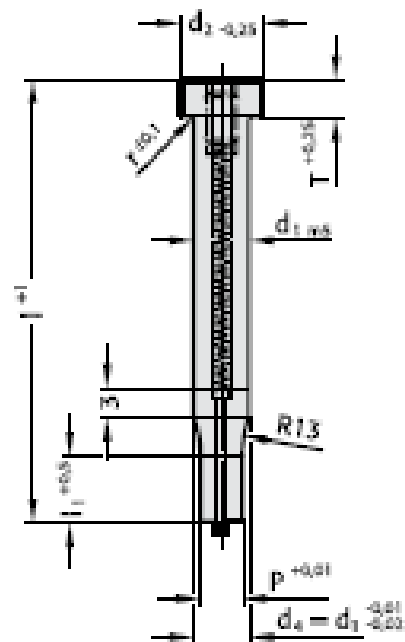


Obr.31 1. typ střížníku



Obr. 32 2. typ střížníku

2711.



Obr. 33 Schéma střížníku s odlepovačem

b) Střížníky nenormalizované

Střížníky jsou kompletně vyráběny v nástrojárně KARSIT HOLDING s.r.o. v Postřelmově. Materiál střížníku je volen stejně jako střížnice. Jedná se o materiál ČSN 19 573, který tentokrát bude kalen na tvrdost HRC 59 + 2.

Upínání střížníků:

Normalizované – zasazené do upínací desky střížníků pomocí osazené hlavy

Nenormalizované – pomocí šroubu. Tvar umožní do střížníků vyvrtat díru se závitem.

3) Vodící deska

Vodící deska je částí nástroje, která umožňuje přesné vedení střížníků a zároveň jsou díky této části upevněny pružiny. Pružiny slouží k procesu stírání materiálu.

Volba materiálu vodící desky:

U vodící desky nástroje byl zvolen stejně materiál konstrukční ocel dle ČSN 11 523.

4) Stírací deska

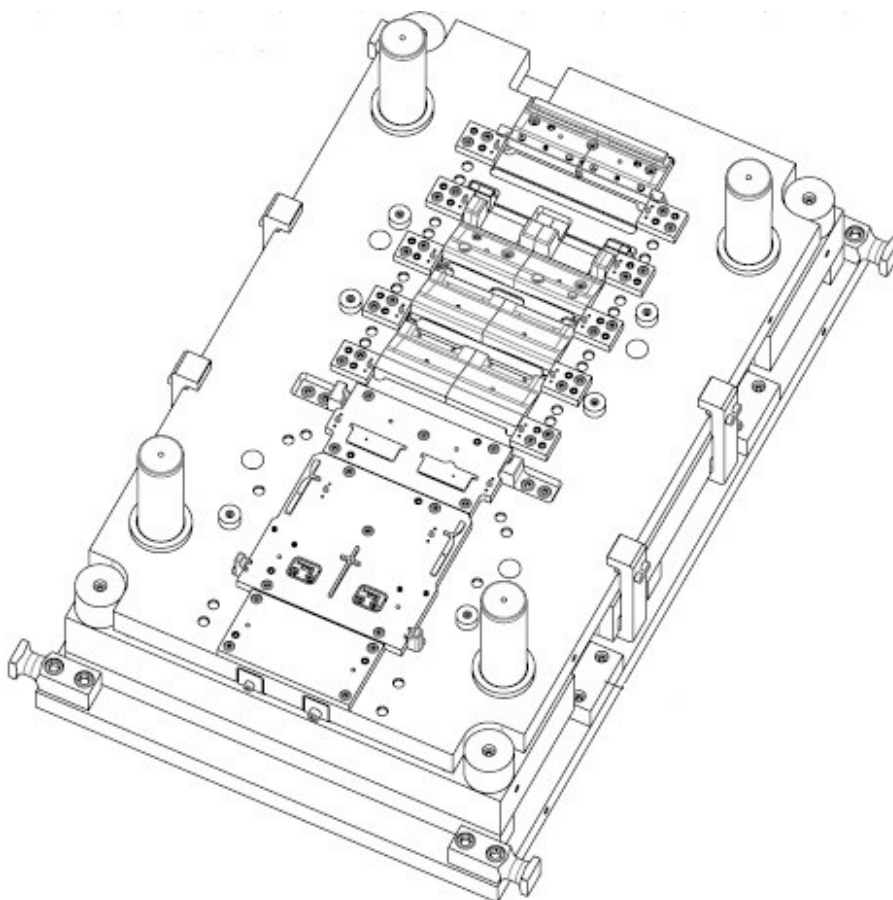
Funkce tohoto dílu slouží v nástroji pro stírání plechu při pracovních zdvizech ze střížných ploch postupového nástroje. Zároveň však slouží stejně jako vodící deska k přesnému vedení střížníků. [1]

5) Tlakové pružiny

Patří mezi normálie nástroje, které taktéž možné objednat. Tím se urychlí konstrukce a samotná výroba. Pružiny pro daný postupový nástroj byly objednávány z katalogů od firmy ALCOMEX. Tlakové pružiny umožňují stírání materiálu. Umístění pružin je na stírací desce. U nástroje bylo použito tří druhů tlakových pružin.

6) Volba vedení nástroje

Vedení nástroje z katalogů FIBRO. K uložení je zapotřebí vodících sloupků a vodících pouzder, o kterých jsem se v práci zmínil. V našem případě je druh vedení obsahující 4 vodící sloupky v kluzném pouzdře. Toto vedení zaručuje vysokou pevnost a stabilitu horního vůči spodnímu dílu.



Obr. 34 Horní díl nástroje

7 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY NÁSTROJE

Pro výrobu takto složitého nástroje, který na několik zdvihů (kroků) je schopen ze svítku vylisovat výrobek složitých tvarů je zapotřebí několik operací v oblasti obrábění. Výroba zahrnuje konvenční i nekonvenční způsoby obrábění s požadovaným vysokým nárokem na obráběče na dodržení přesnosti rozměrů a drsnosti vyráběné části nástroje. Pro výrobu daného nástroje provozovaného ve firmě Klein & Blažek, spol. s r. o. bylo zapotřebí objednat a koupit materiál pro výrobu horní a spodní části nástroje. Materiálem je konstrukční ocel ČSN 11 523. Kompletní postupový nástroj resp. jeho veškeré díly se nevyrábí všechny ve firmě KARSIT, s. r. o. v Postřelmově. Pro funkční části je dále potřeba zakoupení polotovarů nástrojových ocelí, které se z důvodů opotřebení budou kalit. Z ekonomického hlediska se některé díly dokupují. Těmto dílům se říká normálie. Při samotném konstruování nástroj dostává různé barvy svých částí. Důvody barvení jsou z hlediska bezpečnosti (např. dorazy - žluté) a dalším důvodem je dohoda se zákazníkem. Slouží k orientaci při skladování nástrojů ve firmě, ve které postupový nástroj pracuje. Provozovatel značí stejnou barvou nástroje například pro jednu sérii vozů.

Po dodání potřebného základního polotovaru pro výrobu nástroje, technologický postup probíhá způsoby:

Harmonogram výroby – přibližné časy:

Oficiální objednávka: cca 1 týden

Zde firma a objednavatel řeší problém výroby svého výlisku, při kterém potřebuje lisovací nástroj, který má nástrojárna zhotovit.

Požadavky a technická data: cca 1 týden

Objednavatel dodává nástrojárně veškerá technická data, požadavky na životnost nástroje, počet vyrobených kusů za minutu, požadavek zaručeného počtu vylisovaných kusů apod.

Předložení layoutu: cca 1 týden

Layout (nástrihový plán) je pracovní náplní konstruktéra. Konstruktér ho řeší jako první krok celého návrhu nástroje. Podle toho určuje počet kroků nástroje.



Konstrukční řešení: cca 7 týdnů

Táto fáze výroby nástroje je nejobsáhlejší záležitostí. Ať už je to časová vytiženost harmonogramu výroby, tak přesnost výpočtů, návrhů veškerých částí nástroje a vyhodnocování použitých materiálů a typů použitých normálií.

Nákup materiálu a dodání materiálu: cca 3 týdny

Během dokončování konstrukce je možné z důvodů úspory času výroby. Mezi objednané materiály patří materiál na horní a dolní části nástroje, materiál pro výrobu funkčních částí, normálie pro postupový nástroj atd.

Frézování: cca 3 týdny

Ve firmě se obrábí konvenčním způsobem na strojích FGU 32, FA5-V. Pomocí těchto strojů se provádí první část výroby složitého nástroje – hrubování polotovarů. Frézování při této výrobě je velmi důležitý proces. Dokončovací proces frézování provádí stroj FN 40.

Po vyhrubování dílců jsou do horní a spodní části nástroje frézovány otvory pro uchycení střižných matric, ohybníků a ohybnic, dorazů, odlepovačů, vodících lišt a podobných nezbytných částí pro výrobu, funkčnost a sestavení.

Broušení: cca 3 týdny

Brusič provádí na rovinných bruskách. Získá se potřebné drsnosti a rovnosti povrchu. Tento úkon však v Postřelmově není možné provést z důvodu, že stroj schopný opracovat takto rozměrný polotovar firma postrádá. Operace rovinného broušení se provádí ve firmě SIEMENS, s. r. o. nacházející se Mohelnici a dále ve firmě BSK sídlící v Šumperku.

Souřadnicové vrtání: cca 3 týdny

Vrtání se uskutečňuje na souřadnicových strojích MPK – 3 a SIP. Tyto vyvrtávačky vytváří v nástroji díry pro vedení střižníků kruhového tvaru, převážně však pro uchycení různých funkčních součástí. Do těchto děr je pomocí souřadnicové vyvrtávačky SIP vytvořen závít do základní desky. Do dílů, které budou přišroubovány jen díry.

Obrábění na CNC strojích: cca 4 týdny

Frézování menších funkčních částí je uskutečňováno na stroji HARTFORD a FGSQ 32 řízenými programem, který byl vytvořen v softwaru Unigraphics. Stroje při operacích v částech postupového nástroje frézují také závity. Stroje jsou číslicově řízená tříosá obráběcí vertikální centra.



Obr. 35 CNC Proces obrábění tvarové části Obr. 36 Pohled na stroj HARTFORD

Kalení: cca 2 týdny

Firma nedisponuje kalicími komorami pro velké výrobky, proto se kalení namáhaných funkčních částí nástroje uskutečňuje ve firmě Czech Metal, s.r.o.. Tato firma sídlí v Olomouci a umožňuje firmě zakalit funkční součásti pomocí vakuového kalení ve vakuových kalících komorách. Menší části však nástrojárna dokáže díky svému vybavení kalit sama přímo v Postřelmově, ale konvenčním způsobem. Zde se kalí do olejové lázně.

Princip vakuového kalení: [7]

Kalení v plynotěsné komoře, kdy se odsátím vzduchu dosáhne vakua v rozmezí 5-2 mbar. V těchto podmínkách grafitové tyče díly zahřívají až na kalící teplotu. Chlazení dílů je realizováno vháněním plynného dusíku do komory o tlaku až 6 bar.

Důvodem tohoto způsobu kalení, je ochrana před oxidací a oduhličením povrchu. Dlouhá prodleva na kalící teplotě způsobuje tvorbu okují na povrchu (okolo 600°C) a nastává oduhličení povrchové vrstvy materiálu (okolo 700°C). Tento povrch lze pouze mechanicky odstranit. Zpravidla při ohřevu nad 400°C je zapotřebí ochranné atmosféry.

Vakuového kalení se používá z důvodu, aby výše zmíněné děje nemohly nastat. Jelikož není v komorách obsažen vzduch (kyslík), nemůže proběhnout reakce zvaná oxidace. Z toho vyplývá, že zakalený povrch touto metodou bývá lesklý.

Trend vakuového kalení se v posledních letech stále víc rozvíjí a získává svůj vyšší význam. Tento způsob kalení zastává přednosti ekologičnosti a hospodárnosti této technologie.

Elektrojiskrové obrábění: [8]

Elektrojiskrové obrábění je technologie, která vznikla už v 60. letech, avšak posledních 15 let zasáhl tento způsob častějšího používání. Konvenční obrábění dnes zpravidla nahrazuje elektroerozivní. Tato technologie používá anglickou zkratku EDM (Electrical Discharge Machining), což v překladu znamená obrábění elektrickým obloukem.

EDM je klíčová technologie pro výrobu forem na vstřikování plastů, lisovacích nástrojů, forem, aj. Elektrojiskrové obrábění má dva způsoby obrábění kovů:

1) Řezání

Řezání uskutečňuje stroj s předem vytvořeným programem. Pro zhotovení různých tvarů (složitých křivek) slouží zpravidla povlakovaný nebo mosazný drát, který se neustále při operaci obnovuje z cívky. Technologie umožňuje obrábět veškeré vodivé materiály. [8]

Pro výrobu bylo použito elektroerozivního obrábění pro razníky, matrice, kolíkové díry a otvory pro vodící sloupky. Stroje, které umožňují operace provést ve firmě – MAKINO U 53K a stroj FANUC.

2) Hloubení

Hloubení zaručuje vypalování otvorů do plného materiálu. Stejně jako řezání i toto obrábění řídí vytvořený program. Pro hloubení se používá grafitových nebo měďěných elektrod. [8]

Hloubení se použilo pouze pro značení, a to na stroji MAKINO ECNC 64.

Soustružení:

Provádění soustružení v nástrojárně bylo předepsáno pro výrobu kulatých vložek, podložek, které budou následně broušeny. Nástrojárna v Postřelmově disponuje stroji pro konvenční obrábění. Typy soustruhů – SU 50

– SV 18 PD

Ruční opracování:

Do technologického postupu výroby lisovacího postupového nástroje patří v neposlední řadě, co se týká obrábění, i ruční obrábění určitých částí nástroje nástrojařem. Ruční opracování se realizuje pomocí brusných kamenů a brusných past. Umožňuje to opracovat složitější tvary a záhyby v nástroji na požadovanou vysokou kvalitu drsnosti povrchu.

Jelikož se nástroj skládá ze spousty funkčních částí a normálií, zmíním se v práci pouze o výrobě určitých dílů.

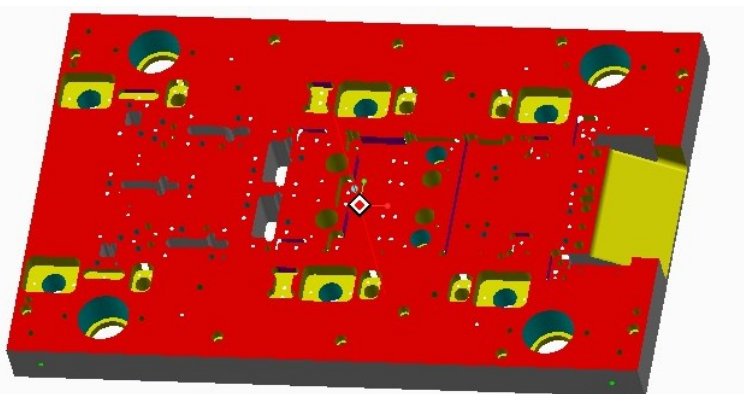
Výroba spodní desky:

Postup výroby spodní části nástroje po dopravení materiálů z firem BSK Industrial, s. r. o. sídlící v Šumperku a SIEMENS Mohelnice. Ve zmíněných firmách proběhlo rovinné broušení větších součástí.

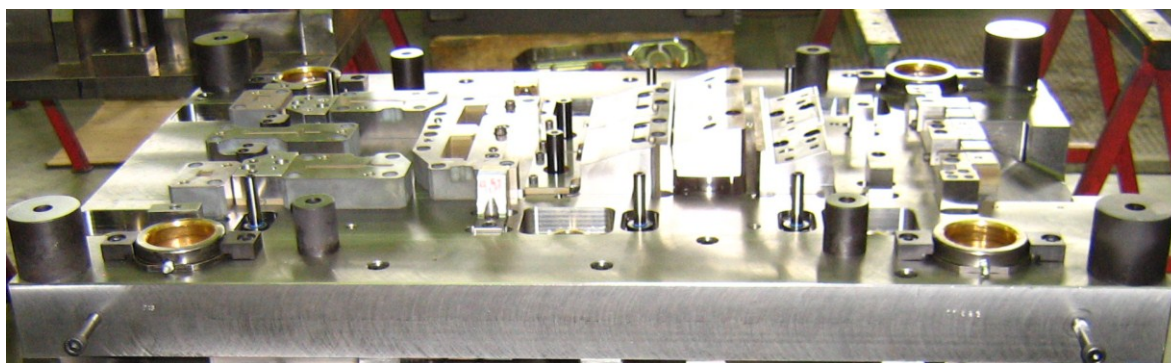
Než se materiál dostane do firem, které budou díly brousit, tak je nástrojárna nejdříve konvenčním obráběním vyhrubuje.

Operace:	Popis:	Výrobní zařízení:
Frézovat	základní opracování	konvenční frézky (FGU 32, FA 5V, FN 40)
Vrtat otvory na oka		radiální vrtačka
Brousit		KOOPERACE - fa SIEMENS Mohelnice
Závity		SIP
CNC - vrtat otvory		obráběcí centrum HARTFORD
CNC - frézovat tvar		obráběcí centrum HARTFORD
Závity		obráběcí centrum HARTFORD
Ruční začištění tvaru		nástrojař

Tab. 3 Technologický postup součásti



Obr. 37 Model spodní desky



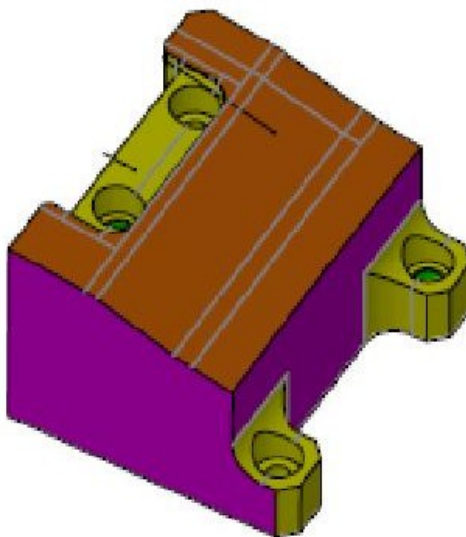
Obr. 38 Vyrobený spodní díl s funkčními částmi

Výroba ohybové matrice:

Výroba dílů, které jsou upevněné ke spodní části nástroje se skládá z několika obráběcích operací na různých strojích, ať už konvenčním či nekonvenčním způsobem. Rozdíl mezi už popsanou vyráběnou částí udává nejen technologický postup, ale hlavní rozdíl mezi obráběním těchto částí je především materiál. Spodní část byla z konstrukční oceli a protože tyto ohybové matrice jsou velmi namáhané jsou vyráběny z nástrojové oceli a na více operací. Ohybové a střížné matrice bývají vyráběny a kaleny kompletně v nástrojárně. V tabulce jsem popsal technologický postup výroby.

Operace:	Popis:	Výrobní zařízení:
Frézovat	hrubování	konvenční frézky (FGU 32, FA 5V, FN 40)
Brousit	s přídavkem	Bruska
CNC - frézovat tvar	s přídavkem	obráběcí centrum HARTFORD
CNC - vrtat otvory		obráběcí centrum HARTFORD
Brousit	broušení po kalení	Bruska
Řezat		drát.řezačka MAKINO U 53K a FANUC
CNC - dokončení tvaru		obráběcí centrum HARTFORD
Ruční začištění tvaru		nástrojař - brusné kameny a pasty

Tab. 4 Technologický postup ohybové matrice



Obr. 39 Model ohybové matrice

Ostatní díly nástroje se provádí v podstatě stejným způsobem, pouze s rozdílem záměny operací nebo vypuštění některých z nich.

8 ODZKOUŠENÍ POSTUPOVÉHO NÁSTROJE

Samotná výroba celého nástroje je sledem několika různých operací, kde musí veškerí pracovníci pracující na nástroji spolu kolektivně spolupracovat. Do všech těch sledů operací je vrcholem všeho odzkoušení nástroje. To je nedílnou součástí výroby. Bez odzkoušení není možné odevzdat hotový nástroj zákazníkovi, který si postupový lisovací nástroj v nástrojárně objednal. Při tomto procesu bude zjištěno, zda nástroj vyrábí výlisky požadovaných kvalit a rozměrů. Při zkoušení technolog a konstruktér musí udat veškeré parametry, se kterými má nástroj pracovat, aby lisoval tak, jak má.

Tento proces dělíme do dvou částí zkoušení. Ty mají svůj přesný sled a nelze je zaměňovat. V první řadě proběhne dílenská kontrola probíhající přímo v nástrojárně. Pokračuje se zkouškami funkčními. Oproti dílenské kontrole už je u další zkoušky zapotřebí použít lis pro odzkoušení.

Zkoušením na lisech se projeví, jestli budou potřeba nějaké úpravy. Vyrobí se první vzorky, které putují na přeměření. Tam zjistí, jestli se výlisek pohybuje v tolerancích, případně kde je třeba nástroj upravit.

8.1 Dílenská kontrola

Při této kontrole už je postupový nástroj celý sestavený a do kontroly přichází s veškerou výkresovou dokumentací nástroje a předloženým nástřihovým plánem. U této zkoušky se zjišťuje kompletnost sestaveného nástroje a kontrola veškerých dílů, jestli jsou na místech, kde patří a správně připevněna. Zjišťuje se nadále i dílenské zpracování funkčních ploch. Jestli po broušení povrch byl požadované jakosti. Zde nástrojař dále zjišťuje, aby horní a dolní část na sebe seděla přesně jak má a nikde nevznikají mezery. To se zjistí tak, že z nástroje odebere veškeré pružiny a pomalu spouští horní díl na spodní. Po této zkoušce dále nástrojař zkouší nástroj tzv. na barvu. Zkouška na barvu spočívá v nanesení barvy na funkční části a následuje úplné zavření nástroje. Barva bude otláčena na druhou funkční část nástroje, a tím se zjistí, kde bude zapotřebí materiál případně odebrat nebo upravit funkční plochy. To zaručí správnou funkci při lisování a lisování přesných požadovaných tvarů, ohybů a ražení. V poslední části této zkoušky nástrojárna opatří nástroj štítkem s parametry a zajistí proti otevření při manipulaci.

8.2 Funkční zkouška

Nástroj v této zkoušce je připevněn na lis a zjišťuje se jeho funkčnost. Z dílenské kontroly je zřejmé, že by nemělo dojít ke kolizi a na je lise zjištěno, zda nástroj pracuje bez problémů a má předpoklady, aby lisoval správné výlisky. Kontrolováno bylo upínání, středění nástroje pomocí středících čepů a zjišťování zdvihu.

Nástrojárna KARSIT HOLDING, s. r. o. disponuje hydraulickým lisem PYE 250T, na kterém přímo nástrojárna zkouší hotový nástroj. Zkouška probíhá způsobem, že podávání plechu je ruční a lisuje se z pásů plechu obvykle 1,5m až 2m dlouhých. Nástrojař pomalu spouští horní a spodní díl proti sobě a kontroluje každý krok postupového nástroje. Výlisky na konci funkčních zkoušek v nástrojárně odpovídají kvalitě, která se značí v automobilovém odvětví jako NOTE 3. To znamená, že výlisek zhruba odpovídá z 60% tolerancím předepsaným zákazníkem. Tyto hotové výlisky putují na 3 - osý měřicí stroj ZETT MESS řízený programem FUTUREX, kterým nástrojárna v Postřelmově disponuje. Na měřicím stroji probíhá veškeré měření dílu při výrobě lisovacího postupového nástroje. Hotové výlisky v kvalitě NOTE 3 putují na požádání i k zákazníkovi. Při zjištění nesrovnalostí nástrojař konzultuje s konstruktérem, který poté celý díl opraví v softwaru a putuje zpět k obráběčům na jeho úpravy. Při každé úpravě konstruktér musí opravit výkresovou dokumentaci pro případ, kdyby se funkční část vyráběla znovu. Tomuto procesu se říká „odladňování nástroje“. Zákazník si přebírá nástroj až po takovém odladění, kdy výlisky dosahují kvality NOTE 1, což už se hotové výrobky pohybují ve 100% předepsaných tolerancích. Tato kvalita je však dosažena až na sériovém lise.

Poslední etapou zkoušení nástroje probíhá už přímo na lise, na kterém má nástroj pracovat. V mém případě to byl lis KAISER V 200 WR. Jedná se o přesný lisovací automat s maximálním lisovacím tlakem 200 t vybaveným podávacím zařízením. Polotovarem výrobků je svitek plechu. Zde se nastaví veškeré parametry nástroje předepsané konstruktérem a proběhne seřízení lisu. V případě postupového nástroje popsaného v práci byla určena maximální lisovací síla 87,7 t. Je to součet potřebných sil na stříhání, ohyb + tah a značení. Při této zkoušce už indukční čidlo sleduje lisování. Pracovník seřizuje tzv. na papír sevření lisu. Vloží kus papíru na seřizovací dorazy nástroje a zjistí sevření. Potom nastavuje posuv plechu ze svitku a jeho najetí a vystředění. Zjišťuje se, jestli odpad bez problémů vypadává mimo nástroj. Při této zkoušce ještě pracovník nastavuje mazání vstupujícího plechu z obou stran.

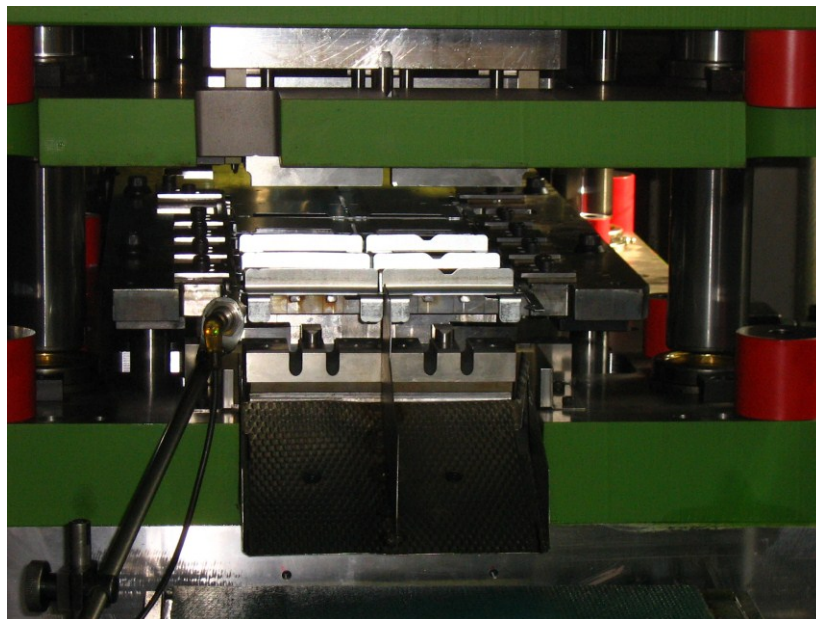
Při zkoušce na lise KAISER V 200 WR nastal problém, při odpadávání hotových výrobků. Zásahem do nástroje bylo pouze navaření středící přepážky na skluz, která odděluje pravý a levý výlisek vypadávající zároveň z nástroje.

Popis činnosti postupového lisovacího nástroje:

Postupový lisovací nástroj pro výrobu střešních dílů z plechu vyrábí výlisky požadovaných tvarů na 9 kroků. Kombinuje při procesu zároveň stříhání a ohýbání plechu.

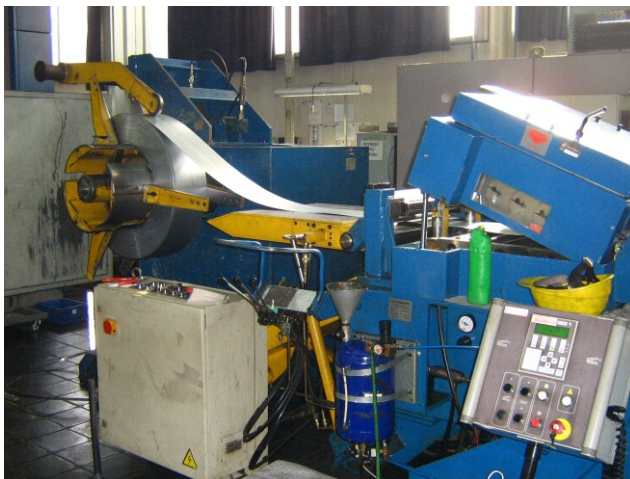
Před zahájením lisování musí být pás plechu přiveden do nástroje na začínající rysku. Ryska udává počáteční polohu plechu v nástroji. V této fázi se nástroj nachází v horní úvratí. Při posuvu horního dílu do dolní úvratí nastává okamžik, kdy na plech dosedá stírací deska. Po dosažení dolní úvratě proběhne přetlačení plynových pružin a tím vysunutí střížníku a proběhne vystřížení díry do plechu. Při posuvu do horní úvratě stírací deska stále zůstává dosednutá na plech vlivem přitlačných pružin do té doby, než nedojde k setření plechu se střížnými ploch. V horní úvratí nastává posunutí pásu plechu do dalšího kroku.

V prvním kroku se lisuje do dílu označení série, měsíce a roku výroby výlisku zároveň nástřih. Další kroky stříh tvaru výlisku. Ve čtvrtém kroku proběhne první ohýbání dílu a zároveň další stříhání. Pátý krok tažení a ostatní kroky jsou ohyby. V posledním devátém kroku nástroj do výlisku vystříhne 3 díry a oddělí výlisky, které padají na skluzy na dopravní pás.

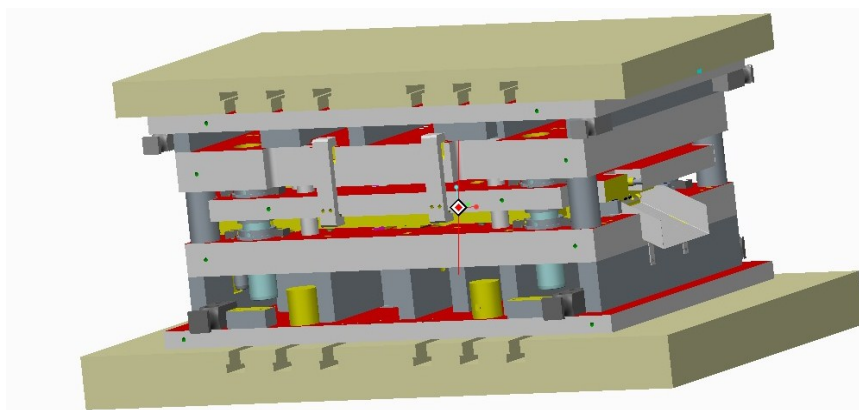


Obr. 40 Proces postupového lisování daného nástroje

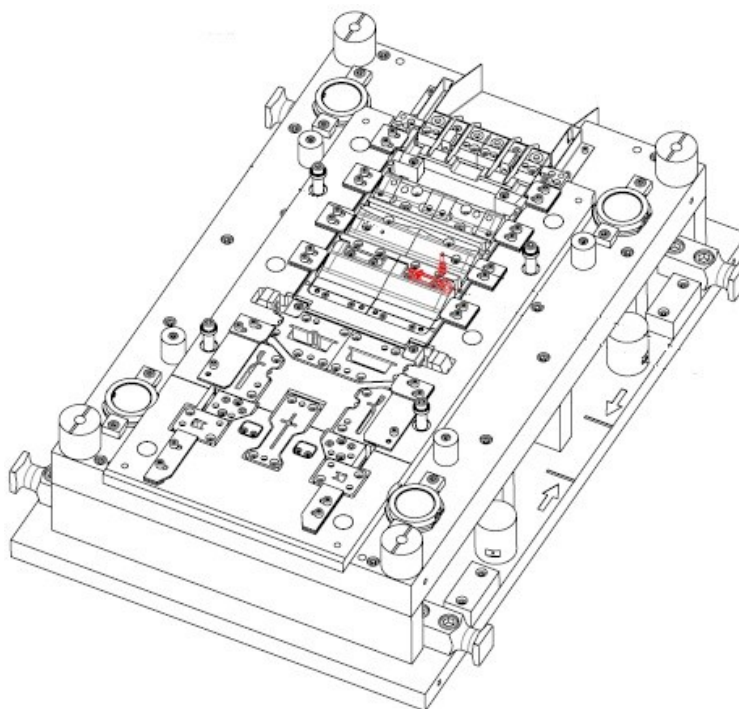
Náměry výlisku z odzkoušení nástroje pořízené tříosým souřadnicovým měřicím strojem:
Viz. příloha



Obr. 41 Odvíjení plechu při procesu lisování u lisu KAISER V 200 WR



Obr. 42 Model celého nástroje



Obr. 43 Spodní díl postupového nástroje

9 TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V kapitole se zabývám cenami a náklady, které budou potřeba pro výrobu výrobků. V dalším bodě je zhodnocena prodejní a skutečná cena vyrobeného nástroje. Tyto dvě kapitoly jsou rozhodující pro provozní náklady a skutečnou cenu výrobků, za kterou bude provozovatel schopen výrobky zhotovit.

9.1 Ekonomické zhodnocení

V tomto bodě je popsáno technické zhodnocení daného nástroje a sečtení veškerých nákladů na výrobu.

Při samotném zadání zakázky od zákazníka musí firma KARSIT HOLDING, s.r.o. předat objednavateli předběžnou cenu nástroje. Tato cena se neshoduje s výslednou cenou. Je dána odhadem a zkušenostmi daného konstruktéra.

V našem případě cena nástroje byla stanovena na cenu 24 000 €. S přepočtem pro kurz 25,51 Kč pro rok 2012 odpovídá ceně 612 240 Kč.

Náklady na materiál N_m

Tady máme zahrnuté veškeré zakoupení materiálů a normálií použitých na výrobu a také některých použitých nástrojů.

$$\underline{N_m = 260\,369\text{ Kč}}$$

Náklady za práci N_p

Součet odpracovaných hodin na nástroji. Hodinová sazba za práci se ziskem je počítána 600 Kč/h.

$$N_p = t \cdot N_z$$

$$N_p = 475,5 \cdot 600$$

$$\underline{N_p = 285\,300\text{ Kč}}$$

t – celkový čas strávený výrobou nástroje [h]

N_z – hodinová sazba za práci [Kč/h]

Náklady za kooperaci N_k

Součet cen, zaplacených firmám za:

- rovinné broušení
- vakuové kalení
- frézování
- soustružení

$N_k = 111\,852\text{ Kč}$

Skutečné náklady na výrobu nástroje N_c

V tomto bodě máme vypočítané skutečné celkové náklady.

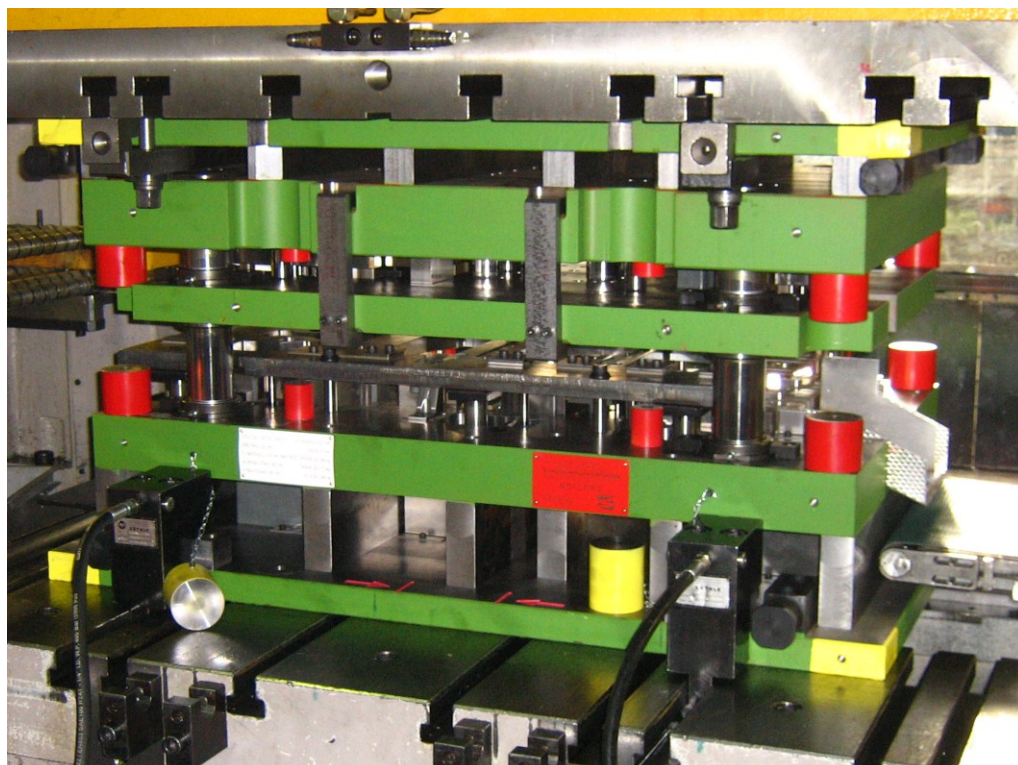
$$N_c = N_m + N_k + N_p$$

$$N_c = 260369 + 111852 + 235373$$

$$N_c = 607594\text{ Kč}$$

Prodejní cena nástroje: 612 240 Kč = 24 000 €

Skutečné náklady na jeho výrobu: 607 594 Kč \doteq 23 818 €



Obr.: 44 Kompletní nástroj připevněný na lise

9.2 Technické zhodnocení

Technické hodnocení bude popisovat náklady na jeden výrobek zhotovený postupovým nástrojem ze svitku plechu.

Náklady na materiál výlisku C_{mv} :

Cena materiálu - C_m : 12,80 Kč / kg

Hmotnost hotového výlisku – m_v : 0,048 kg

$$C_{mv} = m_v \cdot C_m$$

$$C_{mv} = 0,048 \cdot 12,8$$

$$\underline{C_{mv} = 0,6144 \text{ Kč}}$$

Mzdové náklady obsluhy C_o :

Operátor: $M_O = 230$ Kč/hod

Seřizovač: $M_S = 260$ Kč/hod

Náklady na energii C_E :

$$C_E = P_L \cdot C_{kWh} = 88 \cdot 2,60 = 228,8 \text{ Kč/h}$$

Odpisy lisu:

Z důvodu, že lis je už v provozu 12 let, nebudou se v technickém zhodnocení projevovat odpisy z ceny lisu. Cena lisu je již vyrovnaná.

Náklady na provoz lisu na 1 směnu C_{L8} (8 hod):

$$C_{L8} = (M_O \cdot 8) + (M_S \cdot 1) + C_E \cdot 8$$

$$C_{L8} = (230 \cdot 8) + (260 \cdot 1) + 228,8 \cdot 8$$

$$C_{L8} = 3930,4 \text{ Kč /směna} - C_{LI} = 491,3 \text{ Kč/hod}$$

Nástroj je konstruován pro 25 zdvihů za minutu, z toho vyplyne výpočet počtu zhotovených výlisků za hodinu.

Protože nástroj lisuje dva výlisky na jeden krok, odpovídá počet výlisků 3000 ks.

Výpočet ceny výlisku z režijních nákladů C_V :

$$C_V = \frac{C_{L1}}{n_V}$$

$$C_V = \frac{491,3}{3000}$$

$$C_V \cong 0,1638 \text{ Kč} / \text{ks}$$

Celková cena výlisku C_C :

$$C_C = C_m + C_V$$

$$C_C = C_m + 0,1638$$

$$C_C = 0,6144 + 0,1638$$

$$C_C = 0,7782 \text{ Kč}$$

Cena jednoho výlisku odpovídá ceně 0,7782 Kč. Tyto náklady však nezahrnují odpad při lisování daných dílů. Z toho vyplývá, že náklady budou nepatrně vyšší, protože odpad lze vrátit zpět do sběrných surovin a část nákladů se vrátí. Cena dílů však může kolísat, což může být zapříčiněno výkyvy cen energií a ocelí.



Obr.: 44 Polotovár – svitek plechu

10 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zabýval návrhem a výrobou postupového nástroje pro lisování plechu pro střešní díl automobilu Škoda Octavia III typu karoserie sedan. Jde o ohýbanou tvarovou součást se třemi kruhovými otvory a s vyraženými údaji a znakem Škoda.

Pro zadaný výlisek a počtu vyrobených částí se jevilo nejvýhodnější vyrobit sdružený postupový nástroj, který kombinuje stříhání, ohýbání a ražení. Snaha je, aby na výrobu nástroje byly vynaloženy co nejmenší náklady s největší efektivností a produktivitou.

Podle podkladů byl navržen postupový nástroj se čtyřmi vodícími sloupky, který zhotoví výlisky na 9 kroků. Násobnost nástroje zaručuje výrobu pravého a levého střešního dílu zároveň.

V práci byl popsán samotný proces lisování plechu, technologie výroby nástroje, konstrukce, odzkoušení a nakonec technicko - ekonomické zhodnocení. Nástroj byl vyroben v nástrojárně KARSIT HOLDING, s. r. o a provozuje ho firma Klein & Blažek spol. s r.o. Štíty, která si také samotný nástroj objednala. Nástroj byl konstruován pro lis KAISER V 200 WR. Jelikož polotovarem výlisků je svitek plechu, je lis vybaven podavačem plechu a rovnačkou.

Další část obsahuje konstrukční řešení daného nástroje. Zde máme popsány veškeré části nástroje a jejich konstrukční řešení a volbu materiálu daných částí nástroje i objednávky normalizovaných součástí (tzv. normálií). Na toto konstrukční řešení navazuje technologický postup výroby, který hraje velkou roli pro lisování kvalitních výlisků. Daná část popisuje technologický postup výroby vybraných dvou částí postupového nástroje, a to spodní desky a ohybnice. Při výrobě jednotlivých částí bylo zapotřebí metod obrábění konvenčního i nekonvenčního. Po samotné výrobě následovalo sestavování nástroje dle výkresové dokumentace a poté odzkoušení. Při odzkoušení v nástrojárně nedošlo k žádným problémům. Odzkoušení na lise, pro který byl konstruován vznikl problém při vypadávaní výlisků na skluzu. Skluz byl opatřen středící přepážkou, která odděluje pravý a levý výlisek.

Celková výroba včetně odzkoušení zabrala 476 hodin. Z technicko – ekonomického hodnocení lze v práci vyčíst, že náklady na nástroj při kurzu 25,51 Kč za 1 € činí 23 818 € (607 594 Kč). Odhadovaná cena nástroje byla stanovena na 24 000 € (612 514 Kč). Výroba nástroje tedy z vypočtených hodnot nebyla prodělečná. V technickém hodnocení jsou popsány náklady na výrobu jednoho střešního dílu, která činí 0,7782 Kč.



SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

[1] BAREŠ aj. [I]Lisování[I]. Praha: SNTL, 1971, 544 s.

[2] ŘASA, J. – HANĚK, V. – KAFKA, J. STROJÍRENSKÁ TECHNOLOGIE 4 –Návrhy nástrojů, přípravků a měřidel. Zásady montáže. Praha: Scientia, 2003, 505 s.

[3] Fibro GmbH [online] – katalogy dostupné z:

<http://www.gore.cz/index.php/katalogy/cesky-katalog-prehled>

[4] KOTOUČ, J. Nástroje pro tváření za studena. Praha: ČVÚT 1978, 158 s.

[5] Marcegaglia [online] – katalog dostupný z:

http://www.marcegaglia.com/steel/pdf/carbon_steel_flats_A_april2010.pdf

[6] FORECAST INT, s. r. o. [online] – dostupné z:

<http://www.forecast.cz/cs/Sortiment/Toolox>

[7] BÖHLER UDDEHOLM CZ s.r.o. [online]. Dostupné z:

<http://www.kalima-vyskov.cz/vakuove-kaleni/>

[8] Toolscomp [online]. Dostupné z:

<http://www.toolscomp.cz/technologie/edm-elektrojiskrove-obrabeni/>

[9] Swell [online]. Dostupné z:

<http://www.swell.cz/cs/sluzby/vyvojove-aktivity/lisovaci-nastroje-a-pripravky/konstrukce>



SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Výkres ohybové matrice

Příloha č. 2 – Náměry výlisku – tvarové plochy

Příloha č. 3 – Náměry výlisku – ořezové hrany



PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu prof. Ing. Jiřímu Hrubému, Csc. za připomínky a rady při vedení bakalářské práce.

Děkuji Ing. Vlastě Vicenecové, vedoucí nástrojárny KARSIT HOLDING, s. r. o. v Postřelmově, za cenné rady a veškeré podklady k vypracování bakalářské práce a za umožnění bakalářskou práci vypracovat.